



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación

Carrera de Matemáticas y Física

“Construcción de material didáctico para mejorar el aprendizaje de algunos temas en oscilaciones y ondas”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Licenciado en Ciencias de la Educación en Matemáticas y Física

Autores:

Jefferson Andrés Chillogallo Morocho

C. I. 1400797104

Saúl Leonel Velásquez Anguisaca

C. I. 0106241276

Director:

Dr. Alberto Santiago Avecillas Jara

C. I. 1704208816

Cuenca – Ecuador

04/04/2019

RESUMEN

Derivado de la importancia del proceso educativo, la complejidad en la enseñanza y aprendizaje de la Física en general y sus unidades de estudio, una nueva teoría del conocimiento como transformadora positiva del proceso de enseñanza-aprendizaje, y los materiales didácticos como generadores de conocimiento, se ha determinado y desarrollado el presente trabajo de graduación denominado: **Construcción de material didáctico para mejorar el aprendizaje de algunos temas en oscilaciones y ondas.**

Este proyecto está organizado en tres secciones ordenadas de la siguiente manera:

En la primera parte, partiendo de una visión general del proceso educativo y sus condiciones propicias para su buen desarrollo, se aborda también las dificultades presentes en la asignatura de Oscilaciones y Ondas que hace que su enseñanza sea compleja; posteriormente, se plantea el sistema filosófico del constructivismo como base conceptual para emprender la construcción de materiales didácticos que faciliten el aprendizaje de la materia.

La segunda parte contiene la estructura y se interpretan los resultados de las encuestas aplicadas a los estudiantes pertenecientes al séptimo y noveno ciclos de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca.

Finalmente, la propuesta didáctica se basa en la guía diseñada para el uso que se pretende que se den a los materiales didácticos. Esta guía se divide en dos apartados; el primero consiste en el análisis del material didáctico y seguidamente la guía para el docente.

Palabras clave: Oscilaciones y ondas. Material didáctico. Guía didáctica. Proceso educativo. Secciones.

ABSTRACT

Due to the importance of educational process, the complexity of General Physics teaching-learning and its units of study, a new theory of knowledge as a positive transformative of the teaching-learning process, and didactic materials as generators of knowledge. The present graduation work has been determined and developed called: **Construction of didactic material in order to improve the learning of some subjects in oscillations and waves.**

This project is organized in three sections arranged as follows:

In the first part, starting from the educational process overview and its favorable conditions for its proper development, the present difficulties in the subject of Oscillations and Waves are also addressed, which makes its teaching complex. Later, the philosophical system of Constructivism is considered as a conceptual basis to elaborate didactic materials that facilitate the learning of the subject.

The second part, contains the structure and interpretation of the survey results applied to the seventh and ninth cycles students of Math and Physics of the University of Cuenca.

Finally, the didactic proposal is based on the guide designed for the use that is intended to be given to the didactic materials. This guide is divided into two sections; the first one consists in the analysis of the didactic material and then the guide for the teacher.

Key words: Oscillations and waves. Didactic material. Didactic guide. Educational process. Sections.



| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 14 |
| CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 15 |
| 1.1. El ambiente del proceso de enseñanza-aprendizaje. | 15 |
| 1.2. La complejidad en el estudio de la Física (Oscilaciones y Ondas). | 17 |
| 1.3. El constructivismo: concepto y principios | 18 |
| 1.3.1. Enfoques constructivistas. | 20 |
| 1.3.2. Interpretación del constructivismo. | 22 |
| 1.4. Los materiales didácticos. | 23 |
| 1.4.1. La importancia de los materiales didácticos. | 25 |
| 1.4.2. Características y uso de los materiales didácticos. | 26 |
| CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN ESTADÍSTICA | 31 |
| DIAGNÓSTICO. | 31 |
| 2.1. Presentación del problema. | 31 |
| 2.2. Metodología. | 31 |
| 2.3. Encuesta. | 31 |
| 2.3.1. Validez y confiabilidad. | 32 |
| 2.4. Análisis de la encuesta. | 32 |
| 2.5. Interpretación de los resultados. | 46 |
| CAPÍTULO III: PROPUESTA Y VALIDACIÓN | 47 |
| 3.1. Estructura de la propuesta. | 47 |
| 3.2. Introducción. | 48 |
| 3.3. Matriz de planeación. | 50 |
| 3.4. Guía de uso para el docente. | 52 |
| Esfuerzos (2). | 53 |
| Columna de sección transversal recta. | 53 |
| Columna de sección transversal oblicua. | 58 |
| Elasticidad por torsión . | 63 |
| Superposición de dos MAS de igual dirección e igual ω . | 68 |
| Superposición con $D=\pi/6$. | 68 |



| | |
|---|---------|
| Interferencia constructiva. _____ | 72 |
| Interferencia destructiva. _____ | 73 |
| Superposición de dos MAS perpendiculares de igual ω . _____ | 77 |
| Superposición de dos MAS perpendiculares de diferente ω . _____ | 84 |
| Superposición de dos MAS de direcciones arbitrarias y diferentes ω . _____ | 89 |
| Oscilaciones libres con rozamiento. _____ | 93 |
| Masa del resorte en el péndulo elástico. _____ | 100 |
| Interferencia de N ondas sincrónicas. _____ | 104 |
| El timbre, escalas musicales. _____ | 110 |
| Material complementario. _____ | 115 |
| Validación de la propuesta. _____ | 116 |
| CONCLUSIONES _____ | 118 |
| RECOMENDACIONES _____ | 119 |
| BIBLIOGRAFÍA _____ | 120 |
| ANEXOS _____ | 123 |
| Anexo 1: Encuesta. _____ | 123 |

Cláusula de Propiedad Intelectual

Jefferson Andrés Chillogallo Morocho, autor del trabajo de titulación “Construcción de material didáctico para mejorar el aprendizaje de algunos temas en oscilaciones y ondas”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 04 de abril de 2019



Jefferson Andrés Chillogallo Morocho

C.I: 1400797104

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

Jefferson Andrés Chillogallo Morocho en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Construcción de material didáctico para mejorar el aprendizaje de algunos temas en oscilaciones y ondas”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 04 de abril de 2019



Jefferson Andrés Chillogallo Morocho

C.I: 1400797104

Cláusula de Propiedad Intelectual

Saúl Leonel Velásquez Anguisaca, autor del trabajo de titulación “Construcción de material didáctico para mejorar el aprendizaje de algunos temas en oscilaciones y ondas”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 04 de abril de 2019



Saúl Leonel Velásquez Anguisaca

C.I: 0106241276

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

Saúl Leonel Velásquez Anguisaca en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Construcción de material didáctico para mejorar el aprendizaje de algunos temas en oscilaciones y ondas”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 04 de abril de 2019



Saúl Leonel Velásquez Anguisaca

C.I: 0106241276

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación está dedicado a mis padres, Moisés y Martha, por ser quienes desde su humildad y amor a la familia me han apoyado durante mi formación personal y académica.

A mi hermano Darwin por su apoyo incondicional y a mis hermanas Ericka y Valentina por ser mi fuente de inspiración.

A mi abuelita María, tíos, tías, primos y primas, porque ellos estuvieron en cada momento a mi lado brindándome su compañía y me abrieron las puertas de su hogar para culminar una etapa más de mi formación académica.

Finalmente, a mis compañeros que de muchas maneras cooperaron para lograr esta meta.

Jefferson Andrés Chillogallo Morocho

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación está dedicado a mis padres, Saúl y Rosa, quienes con la calidez, el cariño, la responsabilidad y el apoyo por vernos a todos mis hermanos formarnos a través de la vida tanto personal como profesional.

Quiero expresar esta dedicatoria también a mis hermanos Byron, Jennifer, Celita, Anthony y Emanuel, quienes siempre estuvieron a mi lado: han sido mi mayor fuerza para poder seguir adelante con mis estudios.

Para mi abuelito, que a través de la experiencia con el transcurso de los años ha puesto mensajes de aliento para que todo este proceso de formación sea posible.

Es para mí importante el saludo para todos los compañeros, quienes han sido parte esencial para culminar y cumplir una meta más.

Saúl Leonel Velásquez Anguisaca

AGRADECIMIENTO

A la prestigiosa Universidad de Cuenca, a la carrera de Matemáticas y Física y sus docentes, quienes aportaron con su conocimiento y valores formándome como profesional.

Al Dr. ASAJ, quien me brindó su apoyo desde el inicio en la carrera hasta el desarrollo de este trabajo de titulación, guiando con conocimiento y compartiendo ideas.

A mi familia, quienes siempre estuvieron presentes en todo momento durante mi formación universitaria.

A mi amigo Saúl, por contribuir para que el trabajo sea un éxito y por hacer de esta etapa una experiencia amena.

Jefferson Andrés Chillogallo Morocho

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de Cuenca, a la Facultad de Filosofía Letras y Ciencias de la Educación, a la carrera de Matemáticas y Física, a sus docentes, quienes aportaron con la guía y acompañamiento con su conocimiento y valores para poder formarme como futuro docente.

Al Dr. Santiago Avecillas Jara, quien aportó con su apoyo en todo el proceso de adquirir los conocimientos, como también en el arduo proceso del desarrollo de mi trabajo de titulación.

A toda mi familia, quienes siempre estuvieron en todo momento durante mi formación universitaria.

Vaya también el agradecimiento sincero para mi amigo y compañero Jefferson, con quien ha sido posible el desarrollo del presente trabajo.

Saúl Leonel Velásquez Anguisaca

INTRODUCCIÓN

Partiendo de que en el universo nada es estático, las Oscilaciones y Ondas a pesar de que en la mayoría de veces no se tiene conciencia de su presencia, su estudio ayuda: a entender fenómenos tales como el sonido, los sismos, perturbaciones, entre otros; a la construcción de instrumentos musicales, dispositivos para la transmisión y recepción del sonido (radio y televisión); el diseño de numerosos equipos médicos; a la planeación y construcción de sistemas arquitectónicos, como edificios y puentes; y mucho más.

En la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca, esta cátedra es estudiada por los estudiantes, quienes al culminar sus estudios deberán ser capaces y serán los encargados de guiar con conocimiento a nuevas generaciones en cualquier Institución Educativa.

Fundamentado en la complejidad de los temas de estas dos unidades de la Física, existe una dificultad en su aprendizaje. Entonces, con el fin de que los futuros estudiantes de esta carrera mejoren el aprendizaje de esta asignatura, se plantea como solución proporcionar materiales didácticos como apoyo al docente para impartir las clases.

Para el posterior uso de los materiales didácticos se creó una guía para el docente la cual contiene una descripción detallada de cada material y un estructurado plan de clase.

La planeación y desarrollo, tanto de los materiales didácticos como de la guía, van de la mano de la recolección de información de varias investigaciones sobre temas tales como: el ambiente propicio para enseñar y aprender, la teoría constructivista, la complejidad de la Física, y características e importancia de los materiales didácticos.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENCIÓN TEÓRICA.

1.1 El ambiente del proceso de enseñanza-aprendizaje

La educación es un proceso muy complejo, esto se sustenta en el hecho de que a lo largo de la historia han existido variados cambios, como por ejemplo en la tecnología, la economía, la medicina y otros ámbitos; pero si fijamos la atención en el progreso de la educación institucionalizada, no se visualizan notables cambios efectivos para mejorar este proceso.

El trabajo docente no estuvo presente en grandes cambios. La práctica educativa tradicional ha subsistido a lo largo de varios años, pero en nombre de la modernización según la publicación hecha por la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO Santiago), la tarea de enseñar incorporó nuevas teorías educativas que contribuyeron al fortalecimiento del trabajo y prometieron un camino de desarrollo profesional; pero también, modificaron sustantivamente el sentido de enseñar. Factores tales como el auge de la psicología cognitiva, el desarrollo de las ideas constructivistas y el enfoque educativo basado en el aprendizaje, originaron que algunos docentes perdiesen su referente tradicional de trabajo.

El ámbito educativo en la actualidad afronta una crisis relacionada con la dificultad de mejorar el proceso de enseñanza y generar ambientes educativos convenientes en la Institución Educativa. En los estudiantes, este problema se visualiza en la falta de comprensión en la teoría y aplicación práctica de los temas de estudio. Algunos actores del medio educativo mencionan características, aspectos y relaciones fundamentales en pro de evitar los problemas en la educación institucionalizada.

(Enríquez, 2008), citando a Leandro Madrazo e (Iglesias, 2008) plantean el ambiente de aprendizaje como el conjunto de elementos que influyeron en el auge de los distintos factores para el fortalecimiento del proceso educativo. Las dos autoras dividen en espacios y dimensiones respectivamente este ambiente.

Larisa Enríquez menciona que este ambiente está estructurado por cuatro espacios: físico, social, disciplinar e institucional. El primero de ellos se refiere al espacio al que asisten los actores educativos, es decir, aulas, laboratorios, bibliotecas, salas de

cómputo y asesorías; posteriormente, los espacios sociales, son los elementos que se ofrecen para la interacción, por ejemplo espacios de recreación, sitios de debate, salas de reuniones, medios y actividades para el intercambio cultural, entre otros; el tercero, el espacio disciplinar se refiere a la posibilidad de conjuntar investigadores y académicos en la revisión y discusión de sus propios métodos de trabajo y objetos de estudio, derivado de ello se obtienen programas curriculares, materiales didácticos, experimentos de laboratorio; finalmente, el espacio institucional se refiere a aquellos elementos que ofrece la institución a su comunidad para brindar respaldo, legitimidad y confianza.

Distinta pero a la vez armónicamente (Iglesias, 2008) señala al ambiente de aprendizaje como un conjunto de cuatro dimensiones; dimensión física, que trata del espacio en donde se desarrolla el aprendizaje, sus condiciones estructurales, los objetos y la organización; la dimensión funcional que está relacionada con el modo de utilización de los espacios, su polivalencia y el tipo de actividad para la que están destinados; la dimensión que está vinculada a la organización del tiempo y, por lo tanto, a los momentos en que los espacios van a ser utilizados es conocida como la dimensión temporal; y por último la dimensión relacional que se refiere a las distintas situaciones de relaciones personales y con el espacio, normas, agrupaciones participación y otras cuestiones.

Destacando la primera y segunda dimensión, en cuanto a los objetos en el espacio y al modo de su utilización, estos pueden ser usados por el estudiante autónomamente o bajo la dirección del docente. Por otro lado, se necesita considerar el tiempo, ya que es el componente para que sucedan en los momentos y ritmos establecidos por una institución educativa.

También (Flórez, Castro, Galvis, Acuña, & Zea, 2017) enlista y analiza algunos elementos que influyen sobre el ambiente de aprendizaje, tales como: la articulación con el currículo, su intencionalidad, las características de los estudiantes, el promover el desarrollo, la secuencia, las estrategias didácticas, la interacción y los recursos.

Los recursos del ambiente son variados y se ajustan a las características de las propuestas, es decir, el tipo de recurso que se implemente en cualquier ambiente de aprendizaje va a depender del contexto de este. Otras de las características de los recursos son que promueven el trabajo colaborativo y favorecen la interacción bajo la mediación

del docente. Es importante reconocer que estos elementos pueden o no ser de acceso o uso permanente; todo esto dependerá de la intencionalidad pedagógica.

Posterior a todo este análisis y variadas divisiones sobre este tema (Flórez, Castro, Galvis, Acuña, & Zea, 2017) en su libro “Ambientes de aprendizaje y sus mediaciones en el contexto educativo de Bogotá” define a los ambientes de aprendizaje *“como un conjunto de factores internos, externos y psicosociales que favorecen o dificultan la interacción, es decir, que posee diferentes acepciones. Además de tener en cuenta aspectos de orden físico y arquitectónico, se presentan relaciones sociales y humanas que dan sentido a la cultura”*. Mejorar cada uno de los factores y aspectos va de la mano hacia el objetivo de crear un ambiente ideal de aprendizaje, que aporte al desarrollo del proceso de enseñanza de todas las asignaturas y sobre todo de las de más alto nivel de complejidad.

1.2 La complejidad en el estudio de la Física (Oscilaciones y Ondas).

Realizando una previa actividad de internalización sobre las dificultades de los estudiantes en el área de la Física se puede determinar, por sentido común, que estas existen porque están muy extendidas en la experiencia de los estudiantes de diferentes países, regiones y continentes. Además, se agrega que, en los niveles educativos, esta asignatura está ubicada posterior a la enseñanza de otras materias que están íntimamente ligadas como Matemáticas y Ciencias Naturales. Finalmente, para nombrar una ventaja, cabe decir que la Física fomenta a que el estudiante genere distintas formas de razonamiento usuales en la vida cotidiana.

La Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad de Cuenca promociona la carrera de Ciencias de la Educación en la Especialización de Matemáticas y Física, en la cual se dicta la asignatura de Oscilaciones y Ondas perteneciente al sexto ciclo de la carrera. Esta asignatura corresponde a dos unidades importantes en el estudio de la Física. En el ámbito académico, el proceso de aprendizaje de estas dos unidades de la Física se considera un reto de alto nivel. Esta característica es visible en el regular rendimiento académico de los estudiantes, que es consecuencia de la falta de una correcta comprensión en la parte teórica y práctica de la asignatura.

En el área de la Física, al momento de abordar la enseñanza de dos de sus grandes unidades de estudio como son las Oscilaciones y Ondas, (Avecillas, 2007) menciona en

uno de sus objetivos generales de la materia que es necesario cimentar el conocimiento, comprensión, análisis, aplicación y reflexión de estas dos unidades como rama fundamental de la Física.

Según (García, 2009) la enseñanza de la Física necesita el desarrollo de un instrumento idóneo en el control y regulación del proceso de enseñanza-aprendizaje, así como el uso de una metodología propicia para el autodesarrollo profesional del profesorado. Entonces y siguiendo las ideas de este autor, es necesario resaltar que el aprendizaje de la Física se constituye como un objetivo de alto nivel; asimismo, que el estudio de la Física se puede enfocar en el desarrollo del pensamiento crítico y aprendizaje autónomo.

Partiendo y considerando el alto grado de complejidad en la enseñanza y aprendizaje de la materia de Oscilaciones y Ondas, que es visible en el momento de construir los conocimientos en los alumnos a través de la práctica educativa en esta asignatura, la propuesta acerca de la construcción de materiales didácticos para mejorar el aprendizaje es una prioridad para poseer apoyo didáctico y fomentar algunas estrategias de enseñanza que permitan mejorar el proceso de asimilación de conocimientos. Entonces, para responder a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes de la carrera es necesario poseer ayuda didáctica y fomentar su uso dentro de las aulas de clase de la Universidad.

1.3 El constructivismo

Se conoce que el sistema que maneja la educación es la pedagogía. Este sistema plantea un medio filosófico o una teoría del conocimiento; dicha teoría educativa, denominada constructivista, genera una fuerte polémica entre los conceptos y la práctica frente a la realidad natural, humana y social; por este motivo, desde nuestra óptica, el constructivismo se ha fundado en el ámbito educativo como un concepto, una filosofía y una metodología para la transformación positiva y el mejoramiento del aprendizaje. ¿Pero en realidad estos conceptos, filosofía y metodologías se han puesto en práctica al mismo nivel de su popularidad conceptual?

El constructivismo es una corriente de pensamiento que ha venido atrayendo especialmente a una gran mayoría de educadores de la comunidad educativa “moderna”, es decir, los docentes con poco o nada de experiencia en la práctica de la docencia. Esta

corriente también es utilizada para realizar una crítica en base a la investigación a los distintos métodos de enseñanza.

Conceptualizando, (Barreto, Gutiérrez, Pinilla, & Parra, 2006), menciona que el constructivismo, *“primero se enfoca la epistemología como una teoría del conocimiento que busca validarlo; segundo, como una teoría de la ciencia, puesto que permite de manera metódica la aprehensión del conocimiento, y tercero, como una filosofía de la ciencia, ya que proporciona de manera rigurosa la reflexión y análisis del mismo.”* En otras palabras, es en esencia el estudio crítico de los principios, de las hipótesis y de los resultados de las diversas ciencias, destinada a determinar su origen, su valor y su contenido objetivo.

(Tünnermann, 2011) Citando a la doctora Frida Díaz-Barriga y el maestro Gerardo Hernández Rojas menciona que los principios educativos asociados con una concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza son los siguientes:

“El aprendizaje implica un proceso constructivo interno, auto estructurante y en este sentido, es subjetivo y personal.”

“El aprendizaje se facilita gracias a la mediación o interacción con los otros, por lo tanto, es social y cooperativo.”

“El aprendizaje es un proceso de (re)construcción de saberes culturales”.

“El grado de aprendizaje depende del nivel de desarrollo cognitivo, emocional y social, y de la naturaleza de las estructuras de conocimiento.”

“El punto de partida de todo aprendizaje son los conocimientos y experiencias previos que tiene el aprendiz.”

“El aprendizaje implica un proceso de reorganización interna de esquemas.”

“El aprendizaje se produce cuando entra en conflicto lo que el alumno ya sabe con lo que debería saber.”

“El aprendizaje tiene un importante componente afectivo, por lo que juegan un papel crucial los siguientes factores: el autoconocimiento, el establecimiento de motivos y metas personales, la disposición por aprender, las atribuciones sobre el éxito y el fracaso, las expectativas y representaciones mutuas.”

“El aprendizaje requiere contextualización: los aprendices deben trabajar con tareas auténticas y significativas culturalmente, y necesitan aprender a resolver problemas con sentido.”

“El aprendizaje se facilita con apoyos que conduzcan a la construcción de puentes cognitivos entre lo nuevo y lo familiar, y con materiales de aprendizaje potencialmente significativos.”

1.3.1 Enfoques constructivistas

(Barreto, Gutiérrez, Pinilla, & Parra, 2006) (Hernández, 2008) (Serrano & Pons, 2011) Plantean que la teoría constructivista se divide en enfoques o posturas que son influyentes en la disciplina psicoeducativa.

La primera postura se denomina el *Constructivismo radical*. (Barreto, Gutiérrez, Pinilla, & Parra, 2006) Enuncia a través de Von Glasersfeld como máximo representante de esta teoría, que esta postura tiene principios básicos; *“el primero es que el conocimiento no se recibe pasivamente, ni a través de los sentidos, ni por medio de la comunicación, sino que es construido activamente por el sujeto cognoscente; el segundo enuncia que la función de la cognición es adaptativa y sirve a la organización del mundo experiencial del sujeto, no al descubrimiento de una realidad ontológica objetiva”*.

Entendiendo por sujeto cognoscente al ser pensante que realiza el acto del conocimiento, el constructivismo radical afirma que el conocimiento es activamente construido por el sujeto, pero asegura que no se pueden transmitir significados o ideas al alumno, ya que es el ser humano el que al analizar previamente éstas, las construyen. Por lo tanto, la enseñanza del docente reflejado en palabras y acciones podrá ser diferente a los que son aprendidos por el alumno.

La segunda postura se denomina el *Constructivismo psicogenético piagetiano* que tiene cierta relación con el *Constructivismo cognitivo*. Propuesto por Piaget como máximo representante y sus seguidores, pretende responder a la pregunta epistémica: ¿cómo se construye el conocimiento científico?, lo que dio lugar a sus conocidas teorías “de los estadios” y “de la equilibración”. Estas teorías constituyen su larga explicación sobre cómo el sujeto construye la realidad e intenta “matematizarla” progresivamente, al mismo tiempo que construye sus propios recursos intelectuales (esquemas y estructuras)

por continuos procesos de desequilibración (como consecuencia de perturbaciones o conflictos cognitivos) y equilibración (al realizar operaciones compensatorias de diverso tipo).

La idea de (Hernández, 2008) es que esta postura colabora con el inicio del estudio de ideas constructivistas en la adquisición de conocimientos; haber rescatado y redimensionado la importancia de conceptos tales como autonomía moral e intelectual dentro del aula, la actividad constructiva, el impulso de las didácticas específicas, y la indagación de otros dominios de conocimiento.

En resumen, esta postura asegura que el alumno cumple el objetivo del conocimiento dotado de ciertas estructuras cognitivas previamente construidas por él mismo; entonces, no existen estructuras para el aprendizaje innatas, mediante las cuales el sujeto pueda asimilar aprendizajes.

El *Constructivismo cognitivo* parte esencialmente de la teoría piagetiana y postula que el proceso de construcción del conocimiento es individual; realiza los análisis sobre estos procesos bajo tres perspectivas: la que conduce al análisis macro genético de los procesos de construcción, la que intenta describir y analizar las micro génesis y la vertiente integradora de estas dos posiciones. (Serrano & Pons, 2011)

Como tercera postura se tiene al *Constructivismo social o socio-cultural*, que en varios textos bibliográficos las distinguen o dividen en dos; *Constructivismo social* y *Constructivismo socio-cultural*. Pero en general poseen una fuerte relación entre el pensamiento austriaco encabezado por Thomas Luckman y Peter L. Berger y en la idea e interpretación occidental de los escritos de Vigotsky.

Vigotsky afirma que el factor social juega un papel determinante en la construcción del conocimiento. Por otro lado, Thomas Luckman y Peter L. Berger, postula que la realidad es una construcción social y, por tanto, ubica el conocimiento dentro del proceso de intercambio social.

(Serrano & Pons, 2011) Sostiene que “*el proceso de comprensión es el resultado de una tarea cooperativa y activa entre personas que interactúan y el grado en que esa comprensión prevalece o es sostenida a través del tiempo está sujeto a las vicisitudes de los procesos sociales (comunicación, negociación, conflicto, etc.).*”

Inequívocamente, las tres grandes posturas del constructivismo y sus relaciones forjan en “la comunidad educativa constructivista” cierta controversia respecto al apego conceptual entre una de las tres. Opuesto a esto se afirma que, en el proceso constructivista, en la educación se puede rescatar valores importantes de cada postura y encaminarlas a una concreta relación ideológica y organizada. Ahora, cierta relación se basará en la correcta distribución de las características de las posturas, con las etapas del proceso educativo en el aula de clases. Cabe destacar que los alumnos universitarios de docencia podrán diferenciar estas características y etapas.

Ahora, replanteando la idea inicial de la fuerte polémica existente entre los conceptos y la puesta en práctica del constructivismo, esta se genera a partir del concepto general del constructivismo y su interpretación. Asimismo, el enfoque radical del constructivismo genera cierta discusión sobre su sostenibilidad debido a problemas cruciales exhibidos por algunos autores del medio pedagógico.

1.3.2 La interpretación del constructivismo.

Si algo es seguro, es que mientras más aumenta la popularidad del constructivismo, más se rechaza a las teorías precedentes. Pero esta actitud es incoherente frente a la realidad de los sucesos y conceptos presentes en todas las teorías. Pues el surgimiento del constructivismo tiene estrecha relación con el racionalismo y el empirismo.

La curiosidad de conocer como el ser humano llega al conocimiento ha sido objeto de preocupación filosófica desde que el hombre ha empezado a reflexionar sobre sí mismo. Y durante muchos años varios autores desarrollaron muchas teorías, pero Piaget no estaba satisfecho con las posiciones clásicas, tales como: la posición innatista o racionalista que sostiene que el conocimiento se consigue a partir de capacidades innatas, y del empirismo que sostiene que el conocimiento se adquiere a partir de la experiencia. (Delval, 2001)

Es así que *“Piaget sostiene que, a partir de unas capacidades generales con las que se nace, los sujetos van construyendo su inteligencia, al mismo tiempo que construyen todo su conocimiento sobre la realidad. Esto lo hacen actuando sobre el mundo físico y social experimentando con los objetos y situaciones, y transformándolos.”* (Delval, 2001). Siendo este concepto de los primeros durante el nacimiento del constructivismo se

estima que Piaget partiendo de las llamadas posiciones clásicas empezó a examinar cómo se forman y cambian los conocimientos, conocer los procesos para adquirir nuevos conocimientos y sobre todo, estudiar las formas en que se organizan los conocimientos.

Es importante tomar en cuenta lo que (Bustos, 2002) menciona como el mayor peligro para la educación al tratar de implementar el constructivismo en las distintas instituciones. Este peligro consiste en tomar a la ligera esta propuesta y causar un gran daño al llamar como tal a cualquier trabajo de elaboración propia o ajena. Ya que el constructivismo plantea conceptos contundentes claros y precisos, es inadecuado creer o decir que se puede implementar un proyecto educativo netamente constructivista.

Félix Bustos realiza una reflexión en la cual menciona lo siguiente: *“no es posible dar normas o reglas escritas y menos pasos secuenciados para la enseñanza constructivista, sí es posible precisar ciertos principios y recomendaciones que se están promoviendo con cierta flexibilidad y al investigar en otras áreas.”* Además, Juan Delval plantea como una interpretación errónea el sustentar que practicar el constructivismo supone dejar al sujeto que construya el conocimiento por sí mismo y que aprenda por descubrimiento.

Al apegarse a esta teoría por considerarla mayormente efectiva, principalmente es necesario entender que es difícil llegar a practicar un constructivismo “puro”, entendiendo así que no se puede mencionar a cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje constructivista.

1.4 Los materiales didácticos.

A modo de antecedente general, es preciso indicar acerca del contexto en el que surge la elaboración y utilización de los materiales didácticos, que se manifiesta a partir de los siglos comprendidos entre el XVII y XVIII tras la filosofía empirista, misma que privilegiaba los sentidos como fuente de conocimiento y se olvidaba de los aspectos de la adquisición de conocimientos por medio de las experiencias vividas diariamente. (Melgar, 2016)

Desde sus comienzos, la labor pedagógica se ha preocupado por encontrar medios o recursos para mejorar la enseñanza; es por ello que, a la hora de hacer referencia a los materiales didácticos, a estos se les considera como un apoyo pedagógico para los

docentes optimizando el proceso de aprendizaje, proporcionándole una herramienta interactiva al profesor. (González, 2015)

A través del tiempo las enseñanzas docentes se han venido conservando, entonces es ahora el momento en el que se pretende propiciar una nueva forma de generar conocimiento, en esta ocasión a través de los materiales didácticos, y ya que, según el transcurso de la formación para ser docente, los diferentes educandos han expuesto sus diversas formas de llevar una clase y a su vez de implementar el conocimiento pedagógico.

Por ende, uno de los recursos que se necesita para un mejor proceso educativo son los materiales didácticos, de los cuales no se puede hablar sin antes dejar en claro ¿qué son? y ¿para qué sirven?

(Morales, 2012) Define que: *“se entiende por material didáctico al conjunto de medios materiales que intervienen y facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos materiales pueden ser tanto físicos como virtuales, asumen como condición, despertar el interés de los estudiantes, adecuarse a las características físicas y psíquicas de los mismos, además que facilitan la actividad docente al servir de guía; asimismo, tienen la gran virtud de adecuarse a cualquier tipo de contenido.”*

Y citando a Ogalde Careaga, *“Los materiales didácticos son todos aquellos medios y recursos que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje, dentro de un contexto educativo global y sistemático, y estimula la función de los sentidos para acceder más fácilmente a la información, adquisición de habilidades y destrezas, y a la formación de actitudes y valores”*.

Es decir, el material didáctico se puede definir como el conjunto de medios materiales que intervienen y ayudan en el proceso de enseñanza-aprendizaje y es utilizado para enriquecer el desarrollo de las habilidades en los estudiantes, así como en el perfeccionamiento de las acciones relacionadas con el conocimiento, a través del lenguaje oral y escrito, la imaginación, la socialización, la creatividad, el mejoramiento de los conocimientos personales y el de los demás. Por esto, el propósito del uso de los materiales didácticos resulta en una creciente importancia en el proceso de formación académica.

Por medio de lo desarrollado, (Gonzales, 2014) señala los tipos de materiales didácticos empleados dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, mismos que son considerados para que faciliten el paso de un aula con base en el tradicionalismo hacia a un espacio interactivo.

Primero tenemos los materiales didácticos convencionales: entre ellos encontramos a los textos o libros impresos, los tableros y pizarras y los llamados manipulables; entre estos los diagramas y modelos en láminas. Además, los materiales didácticos no convencionales: dentro de este grupo destacan las herramientas que hasta el momento no han sido utilizadas tradicionalmente en clases.

El material puede ser de diferente índole, pudiendo ser diseñado y construido de forma dirigida específicamente para la actividad preestablecida, o por el contrario puede consistir en materiales reciclados o que además de su principal finalidad también pueda ser utilizada en otras prácticas.

1.4.1 Importancia de los materiales didácticos.

Inmersos en el proceso educativo, muchos han sido los esfuerzos por parte de los docentes o educadores por desarrollar métodos, técnicas o estrategias que sirvan de estímulo para potencializar las destrezas, habilidades y capacidades de los estudiantes a través de los materiales didácticos con el único propósito de que estos puedan contribuir en la reactivación de la creatividad y el pensamiento crítico de los involucrados en la formación educativa (docentes, comunidad educativa y estudiantes).

Los materiales que se pueden conocer en la actualidad se encuentran de diversos modos, tanto físicos como virtuales, y estos asumen la responsabilidad de generar un verdadero interés por aprender cosas nuevas cada día en los estudiantes y adecuarse a las características físicas y psíquicas de los mismos. Pues como menciona (Cañas, 2012) *“La importancia del material didáctico radica en la influencia que los estímulos a los órganos sensoriales ejercen en quien aprende, es decir, lo pone en contacto con el objeto de aprendizaje, ya sea de manera directa o dándole la sensación de indirecta”*.

Según (Sanz, 2011) los materiales didácticos cumplen ciertas funciones dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje: estructurar la realidad, motivar, ayudar y mediar en el proceso pedagógico.

Lo que resta decir es que los materiales didácticos pueden llegar a ser muy costosos dependiendo de los contenidos o del tema del cual se pretende enseñar.

En consecuencia, al ser el propósito primordial del docente como también del proceso educativo conseguir desarrollar en el estudiante el mayor aprendizaje posible, y al ser los materiales didácticos un medio para lograr este fin será de gran ayuda en esta labor docente incluir materiales que faciliten este proceso y ayuden al estudiante a elevar su nivel de aprendizaje.

1.4.2 Características y uso de los materiales didácticos.

Las dificultades que presentan los estudiantes de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca, en referencia al aprendizaje de los distintos contenidos de la materia de Oscilaciones y Ondas, a partir de una conversación con el docente a cargo de la cátedra, se puede mencionar que están estrechamente relacionadas con la disponibilidad de material didáctico; es decir, los materiales didácticos con los que se dispone para llevar una clase son de gran utilidad y con su ausencia no se puede cubrir todos los diferentes aspectos de los temas que se encuentran distribuidos para el desarrollo del ciclo, y a su vez dificulta la comprensión de algunos temas. Por ello, se plantea la siguiente pregunta: **¿Qué características y uso deben tener los materiales didácticos para mejorar el aprendizaje en la cátedra de Física?**

Primeramente, en la actualidad, adentrarse en los contenidos desarrollados a través de los currículos y elaborar un material didáctico adecuado para cumplir con los objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje planeados para cada clase y su correspondiente unidad, no debe parecer cosa fácil.

También, la construcción de los materiales didácticos debe servir de ayuda para la generación de conocimientos, por lo que se deben analizar su estructura, los colores, la utilidad misma del material didáctico en base a los contenidos, etc.

Es necesario tener en cuenta la finalidad que contempla el trabajo docente, en cuanto a una buena relación con los materiales didácticos, dando el acercamiento oportuno a los propósitos, en la construcción de los conocimientos para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

De tal manera, para que el estudiante obtenga una mejor asimilación de conocimientos sobre lo que se quiere enseñar, se necesita de la orientación para forjar el interés individual, para que de esta forma se tenga la atención totalmente guiada a la intencionalidad a la que se pretende llegar, que es el de adquirir conocimientos por medio del análisis y reflexión de los temas.

Los recursos servirán para aplicar una técnica específica en el ámbito de un proceso de aprendizaje ya determinado con anterioridad, reconociendo por proceso de aprendizaje, la manera, el camino o conjuntos de guías que se utiliza para obtener un cambio en el comportamiento para quien va dirigido la enseñanza, y con esta forma permitir que se potencie o mejore su nivel de comprensión a fin de desempeñar una función que realmente sirva.

Por ello, para que la elaboración del material didáctico se pueda reflejar en un adecuado aprendizaje, para (Guerrero, 2009) es sumamente importante considerar algunas características específicas, tales como: la facilidad de uso, flexibilidad para el uso individual o colectivo, versatilidad y adaptación a diversos contextos, abiertos a permitir la modificación de los contenidos a tratar que promuevan el uso de otros materiales y la realización de actividades complementarias, proporcionar información, capacidad de motivación, adecuación al ritmo de trabajo, estimulador del desarrollo de habilidades metacognitivas y estrategias de aprendizaje en los alumnos, facilitador de aprendizajes significativos y transferibles a otras situaciones, disponibilidad, y principalmente guiar los aprendizajes.

Muchas de estas características están íntimamente relacionadas con las dimensiones que hay que tener en cuenta para proporcionar un ambiente ideal para el aprendizaje en las aulas de clase.

Además, es útil que las diversas metodologías de enseñanza se puedan plantear la utilización del material, considerando lo siguiente: El ordenamiento de los contenidos, el conjunto de actividades que se pueden indicar a los estudiantes, los recursos educativos que se pueden emplear, etc.

Centrándose en la educación formal, esta consta de una variedad de recursos y estrategias que facilitan y producen aprendizajes en el sujeto desde la niñez en la escuela hasta la adultez en la universidad. Las universidades de formación docente han trabajado

con el fin de permitir que sus estudiantes en la práctica docente en las instituciones educativas permitan el acceso a materiales didácticos utilizándolos en el aula de clase, de tal forma que propicie una educación más dinámica y eficaz. De esta manera, la implementación de dichos materiales en los procesos de formación docente conlleva una transmisión de conocimientos clara y además la experiencia necesaria en la utilización de recursos didácticos. A partir de esta dinámica se le autoriza al estudiante universitario interactuar de manera más práctica, real y visual con los conceptos requeridos en su formación.

(Manrique & Gallego, 2013) Afirma que *“en los ambientes educativos se encuentran elementos que favorecen y potencian la educación; dichos objetos se han denominado materiales didácticos, que, cuando se utilizan con metodologías lúdicas y ricas en aprendizajes prácticos, logra fortalecer su desarrollo, propiciar esquemas cognitivos más significativos, ejercitar la inteligencia y estimular los sentidos”*. Entonces el éxito de los materiales didácticos va de la mano con la utilización de metodologías de aprendizaje apropiadas.

La construcción de material didáctico complementario y facilitador del aprendizaje de la materia de Oscilaciones y Ondas se basa en un análisis de casos; por lo tanto, en el estudio de la singularidad y complejidad de esta asignatura universitaria como un caso único y particular, dirigido a la comprensión de la actividad de enseñanza y aprendizaje.

Partiendo de la idea de construcción, precedente a esto se debe hablar del diseño. Para (Prendes, Martínez, & Gutiérrez, 2008) el diseño consiste en un proceso en el que se toma una o más decisiones en relación con las características que va a tener el producto, es decir, es un proceso situado entre la decisión de hacer algo, y el producto ya terminado. Además, *“en el proceso de diseño se van resolviendo problemas intentando darles las soluciones más sencillas y apropiadas teniendo en cuenta, entre otros, las características de los potenciales usuarios y los objetivos que guían el proceso”*.

Argumentando, al abordar el diseño para la construcción y el diseño del contenido, existen una serie de puntos en los que parecen estar de acuerdo con buena parte de los autores que trabajan sobre el tema y de forma concisa diremos que habría de tenerse en cuenta aspectos de definición del contexto de uso y destinatarios.

La decisión que se ha tomado es construir material didáctico fundamentado en la teoría constructivista para mejorar el aprendizaje de los estudiantes universitarios de la Universidad de Cuenca. Antes de iniciar con la construcción se plantea tres pasos primordiales; la división y elección de temáticas de la asignatura, el análisis de las potencialidades y deficiencias de los estudiantes, y considerar los aportes, conceptos e ideas a través de la investigación bibliográfica.

En consecuencia, del tercer paso, se propone una secuencia didáctica de aprendizaje auto dirigido, en donde los estudiantes usan estos materiales para aprender, posicionándose en una perspectiva constructivista. (Badia, Barberá, Coll, & Rochera, 2005) Plantea que *“debe tenerse en cuenta, además, que la propia naturaleza de un proceso de aprendizaje auto dirigido presupone que los alumnos deberán ser capaces de actuar de forma autónoma durante el proceso, lo que significa que deben ser capaces de desplegar actuaciones de aprendizaje guiadas por procesos de autorregulación de su aprendizaje. Dichos procesos consisten, en gran medida, en procesos evaluativos que los mismos alumnos deben ir haciendo en relación con el progreso de su propio proceso de aprendizaje”*.

Algunas características de los recursos didácticos enunciados por (Morales, 2012) son: favorece el desarrollo de las habilidades en los alumnos; perfecciona las actitudes relacionadas con el conocimiento, la imaginación y la socialización; promueve la estimulación de los sentidos y la imaginación; fomenta el aprendizaje significativo; mejora la comprensión de contenidos sobre lo que se quiere enseñar; estimula el interés particular del aprendiz; se enfoca en la intencionalidad a la que se pretende llegar, y desarrolla el análisis y reflexión de los temas.

Los materiales didácticos en sí son de diversos tipos. Consideramos que el material didáctico a construirse será de estilo “modelo o maqueta”.

Una maqueta es la reproducción física “a escala”, en tres dimensiones, en tamaño reducido o ampliado de algo real o ficticio. Las maquetas como material didáctico serán utilizadas como herramientas complementarias para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Oscilaciones y Ondas, específicamente en la reproducción gráfica de algunos tipos de ondas y oscilaciones donde se visualicen sus respectivas partes y características. Por lo tanto, la construcción de material didáctico de tres dimensiones



supera ampliamente a una gráfica de un libro, provocando la mejora sustancial en la comprensión de la asignatura.

Existe una dificultad natural en algunos estudiantes al abordar el estudio de temas físicos, para interpretar el lenguaje, conceptos, códigos y expresiones fisicomatemáticas. Es así como en algunos libros de Física y específicamente de Oscilaciones y Ondas, los variados tipos de gráficas complementan a los conceptos. Entonces, las gráficas son primordiales para el aprendizaje de esta asignatura.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTACIÓN ESTADÍSTICA

DIAGNÓSTICO

2.1. Presentación del problema

La asignatura de Oscilaciones y Ondas tiene una gran importancia en los diversos campos de la vida; lo que conlleva a que el aprendizaje de esta materia sea necesario y de gran utilidad para los estudiantes que optaron por la formación docente en el ámbito de la Física. Por ende, es importante investigar cómo está la situación en diferentes aspectos en las clases.

Por consiguiente, la razón de esta investigación es; identificar las características de las diferentes subunidades de la asignatura y su relación con los estudiantes; los métodos de estudio y situaciones didácticas en las clases; y la importancia, influencia, utilización, presencia o ausencia de los materiales didácticos. Este proceso pretende reflejar la complejidad de asimilar los conocimientos que dificulta el proceso de enseñanza, y también conocer que distintos aspectos influyen en el aprendizaje de esta asignatura.

2.2. Metodología

Para constatar la existencia del problema y obtener información para elaborar la propuesta, se utilizó una metodología cuantitativa que consta de una investigación de tipo experimental de medición. De esta manera, se elaboró una encuesta de nueve preguntas cerradas. Los principales beneficiarios de esta propuesta será él o la docente a cargo de dicha signatura, como también los estudiantes.

2.3. Encuesta

Para la encuesta se elaboró un formulario con preguntas de opción múltiple, las mismas que corresponden a los objetivos señalados anteriormente. Los datos recopilados fueron de los estudiantes de séptimo y noveno ciclo correspondientes al periodo marzo-julio de 2018 de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca, quienes ya aprobaron la asignatura de Oscilaciones y Ondas.

De las encuestas aplicadas se analizó cada una de las preguntas para obtener la información acerca de la situación en las clases de esta asignatura. También, en cada una de las preguntas se procedió al análisis estadístico individual y comparativo, tal como se mostrarán en las gráficas y su respectiva interpretación. Con ello se pone a consideración todas las tablas y gráficas con autoridad propia.

2.3.1. Validez y confiabilidad

La validez y confiabilidad de las encuestas se hizo con el respaldo de la encuesta como técnica de investigación, el proceso y los resultados fueron analizadas por tutores conocedores del tema, tanto en investigación como del área, quienes complementaron la elaboración de los respectivos resultados.

2.4. Análisis de la encuesta.

A continuación se analizan e interpretan los resultados de las encuestas aplicadas a los grupos seleccionados, como son los estudiantes pertenecientes al séptimo y noveno ciclo de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca, según lo indicado anteriormente.

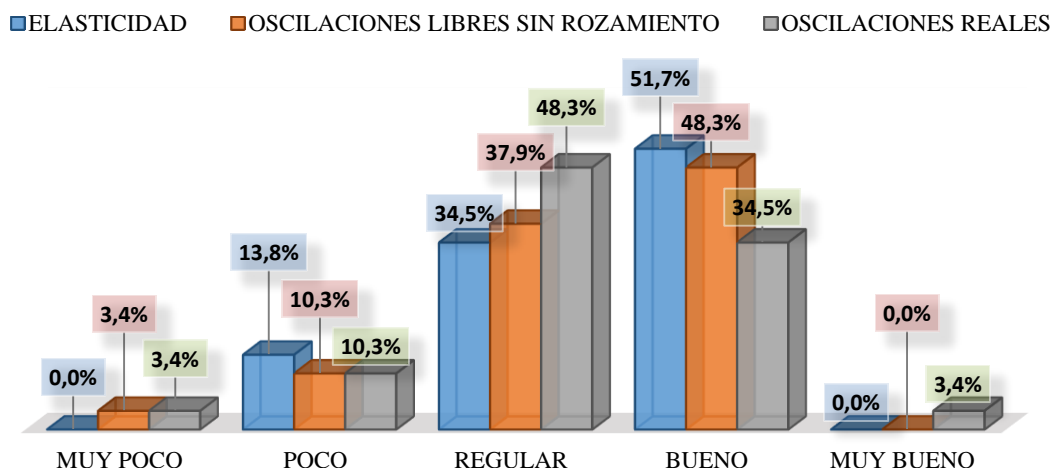
Datos introductorios

Tabla 2.1: Cantidad de estudiantes encuestados por ciclo

| Ciclos | Estudiantes | Porcentaje (%) |
|---------|-------------|----------------|
| Séptimo | 29 | 65,9 |
| Noveno | 15 | 34,1 |
| Total | 44 | 100 |

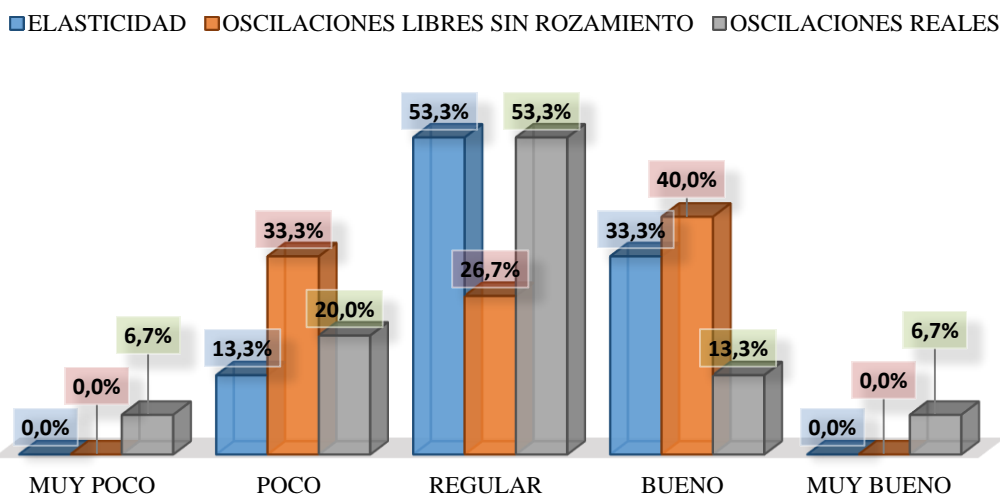
Pregunta 1: ¿Cuál diría que es el nivel de conocimiento de usted frente a los siguientes temas?

NIVEL DE CONOCIMIENTO (OSCILACIONES)



Gráfica 2.1: (Estudiantes de séptimo ciclo)

NIVEL DE CONOCIMIENTOS (OSCILACIONES)



Gráfica 2.2: (Estudiantes de noveno ciclo)

Elaborado por: Chillogallo Jefferson, Velásquez Saúl

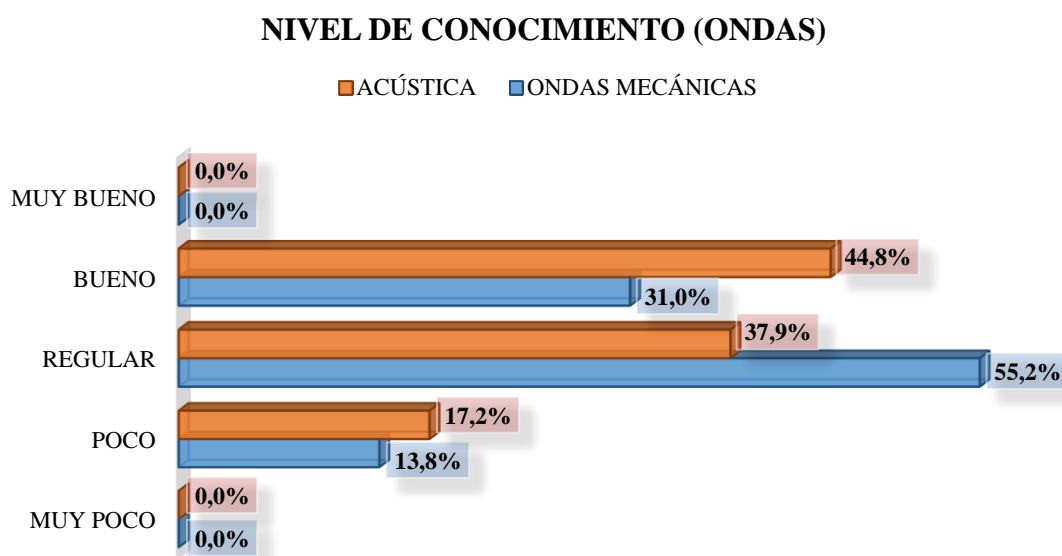
Fuente: Encuesta dirigida a los estudiantes de séptimo y noveno ciclo de la carrera de Matemática y Física de la Universidad de Cuenca.

Análisis e Interpretación (Oscilaciones):

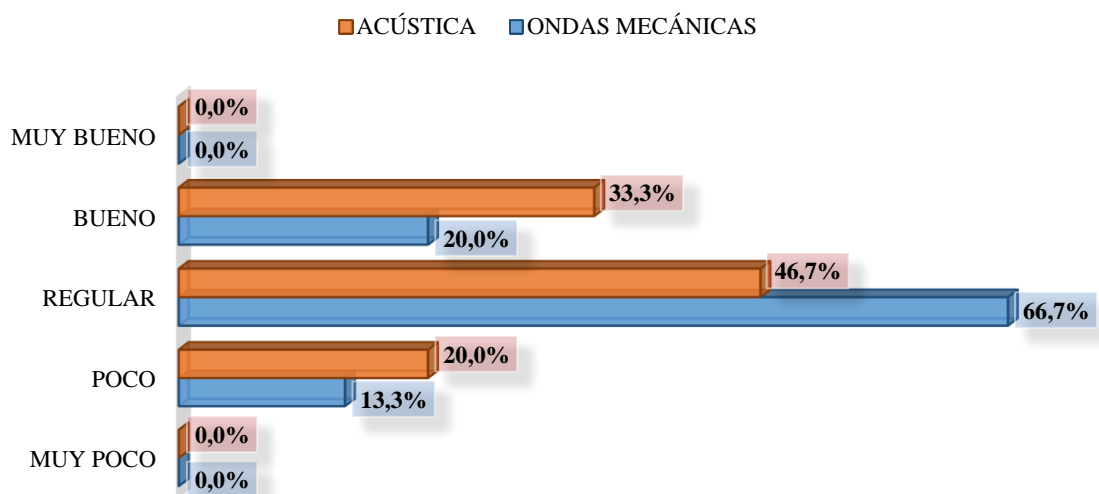
Las gráficas indican que el nivel regular de conocimiento de Oscilaciones es el que más sobresale en los resultados, pero con una variación que depende del ciclo de los estudiantes. A continuación se realiza un análisis por separado.

En la gráfica 2.1 correspondiente a séptimo ciclo, realizando un análisis conjunto de los tres temas, los dos niveles de conocimiento con mayor porcentaje promedio son el bueno y regular respectivamente, el nivel bueno con resultados de (51,7%; 48,3%; 34,5%) que da un promedio de 44,8% y el nivel regular con (34,5%; 37,9%; 48,3%) que conforma un promedio de 40,2%. Además, el tema de Oscilaciones Reales es el único entre los dos niveles en el cual el porcentaje del nivel regular es mayor al bueno.

Asimismo, la siguiente gráfica correspondiente a noveno ciclo y con el análisis conjunto de temas, los dos niveles de conocimiento con mayor porcentaje promedio son el regular y bueno respectivamente, el nivel regular con resultados de (53,3%; 26,7%; 53,3%) que da como resultado un promedio de 44,4% y el nivel bueno con (33,3%; 40,0%; 13,3%) que conforma un promedio de 28,9%. Además, el tema de Oscilaciones Libres sin Rozamiento es el único entre los dos niveles en el cual el porcentaje del nivel bueno es mayor al regular.



Gráfica 2.3: (Estudiantes de séptimo ciclo)

NIVEL DE CONOCIMIENTO (ONDAS)*Gráfica 2.4 (Estudiantes de noveno ciclo)*

Elaborado por: Chillogallo Jefferson, Velásquez Saúl

Fuente: Encuesta dirigida a los estudiantes de séptimo y noveno ciclo de la carrera de Matemática y Física de la Universidad de Cuenca.

Análisis e Interpretación (Ondas):

En las gráficas 2.3 y 2.4, los dos niveles de conocimiento con mayor porcentaje promedio son el regular y bueno respectivamente, con la diferencia que hay una variación marcada entre noveno y séptimo ciclos en cuanto al porcentaje. De esta manera, séptimo ciclo posee los resultados de (37,9%; 55,2%) promediando 46,6% correspondiente al nivel regular y (44,8%; 31,0%) que da un promedio de 37,9% en el nivel bueno. Asimismo, noveno ciclo posee resultados de (46,7%; 66,7%) promediando 56,7% correspondiente al nivel regular y (33,3%; 20,0%) que da un promedio de 26,7% en el nivel bueno. Además, se debe considerar el nivel de conocimiento poco, que en séptimo obtiene un promedio de 15,5% y en noveno un 16,7%.

El subtema de Ondas Mecánicas consigue resultados muy importantes, se obtiene que en séptimo y noveno un 55,2% y 66,7% respectivamente considera que su nivel de conocimiento es regular y un 13,8% y 13,3% considera como poco su nivel de conocimiento.

Por lo tanto, con este análisis global de la primera pregunta se puede interpretar que existe una considerable diferencia del nivel de conocimiento entre los estudiantes de séptimo y noveno ciclos que podría ser causado por distintos factores. Un primer factor a considerar es el tiempo que ha pasado posterior a la aprobación de la materia de

Oscilaciones y Ondas y otro factor va íntimamente relacionado con los materiales didácticos, dicha mención va a ser analizada y explicada por medio de otro resultado de esta encuesta.

Pregunta 2

Según su perspectiva, ¿cuál es el nivel de complejidad en el estudio de las OSCILACIONES Y ONDAS en la parte conceptual y práctico-procedimental?

Tabla 2.2: Nivel de complejidad

| TEMA | MUY POCO | POCO | REGULAR | BASTANTE | TOTALMENTE |
|------------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| ELASTICIDAD | 0,0% | 11,4% | 50,0% | 36,4% | 2,3% |
| OSCILACIONES LIBRES SIN ROZAMIENTO | 0,0% | 9,1% | 47,7% | 40,9% | 2,3% |
| OSCILACIONES REALES | 0,0% | 2,3% | 34,1% | 59,1% | 4,5% |
| ONDAS MECÁNICAS | 0,0% | 6,8% | 22,7% | 68,2% | 2,3% |
| ACÚSTICA | 0,0% | 18,2% | 36,4% | 43,2% | 2,3% |
| TOTAL | 0,0% | 9,5% | 38,2% | 49,5% | 2,7% |

Elaborado por: Chillogallo Jefferson, Velásquez Saúl

Fuente: Encuesta dirigida a los estudiantes de séptimo y noveno ciclo de la carrera de Matemática y Física de la Universidad de Cuenca.

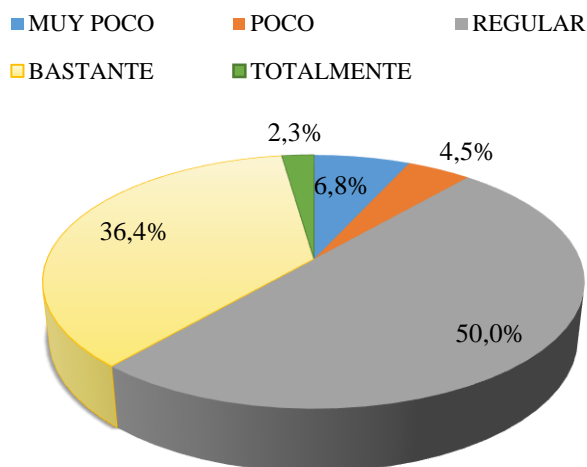
Análisis e Interpretación

Iniciando con el análisis particular de cada subtema de la asignatura, se puede visualizar que en Oscilaciones Reales y Ondas Mecánicas poseen porcentajes que aseguran que el nivel de complejidad es alto. De esta manera, Oscilaciones Reales posee un 59,1% en el nivel bastante y un 4,5% de totalmente en referencia a la complejidad y Ondas Mecánicas tiene un 68,2% y 2,3% del orden respectivo. Cabe destacar que estos resultados tienen estrecha relación a los resultados de la Pregunta 1.

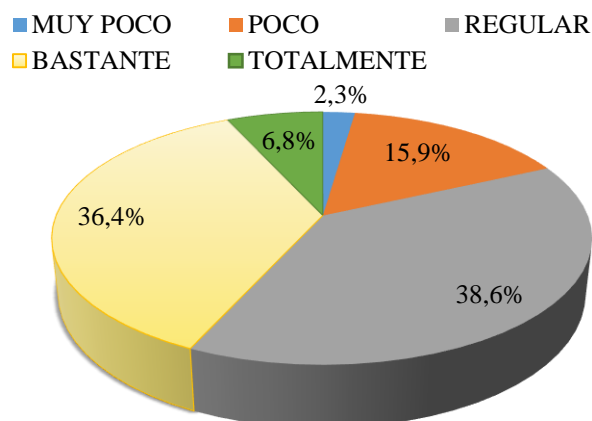
De manera global, el nivel de complejidad bastante con un total del 49,5% y regular con 38,2% son los de mayor porcentaje. Lo que justifica el considerar a la asignatura de Oscilaciones y Ondas como una unidad de la Física compleja.

Pregunta 3

¿Creé usted que las explicaciones en clases de la asignatura de OSCILACIONES Y ONDAS resultaron o resultan entendibles frente a los siguientes ámbitos?

CONCEPTUAL

Gráfica 2.5: Explicaciones en clase

PRÁCTICO-PROCEDIMENTAL

Gráfica 2.6: Explicaciones en clase

Elaborado por: Chillogallo Jefferson, Velásquez Saúl

Fuente: Encuesta dirigida a los estudiantes de séptimo y noveno ciclo de la carrera de Matemática y Física de la Universidad de Cuenca.

Análisis e Interpretación

Dentro del análisis entre el ámbito conceptual y práctico-procedimental existe una semejanza en cuanto al nivel de entendimiento regular de las explicaciones de la asignatura, que corresponde la mayor parte del porcentaje, pero para comprobar en qué

ámbito existe un mayor problema se parte de realizar un análisis conjunto entre los niveles regular, poco y muy poco. En el ámbito conceptual entre los tres niveles se suma un porcentaje del 61,3% y en el práctico-procedimental un 56,8%. Debido a esto en el ámbito conceptual existe un mayor problema en cuanto a las explicaciones del docente, pero sin desestimar también, el alto porcentaje que obtuvo el nivel práctico-procedimental.

Pregunta 4

Evalúe el nivel de influencia de los siguientes métodos de estudio de la materia de Oscilaciones y Ondas

Tabla 2.3: Influencia de los métodos de estudio

| MÉTODO | MUY POCO | POCO | REGULAR | BASTANTE | TOTALMENTE |
|--|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| LECTURA DE UN TEXTO GUÍA, TEXTOS COMPLEMENTARIOS, PÁGINA WEB | 0,0% | 9,1% | 34,1% | 47,7% | 9,1% |
| EXPLICACIÓN DEL DOCENTE | 0,0% | 2,3% | 9,1% | 54,5% | 34,1% |
| MANIPULACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO | 0,0% | 4,5% | 13,6% | 45,5% | 36,4% |
| ANÁLISIS DE GRÁFICAS | 0,0% | 9,1% | 27,3% | 47,7% | 15,9% |
| RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS | 0,0% | 2,3% | 11,4% | 65,9% | 20,5% |
| TOTAL | 0,0% | 5,5% | 19,1% | 52,3% | 23,2% |

Elaborado por: Chillogallo Jefferson, Velásquez Saúl

Fuente: Encuesta dirigida a los estudiantes de séptimo y noveno ciclo de la carrera de Matemática y Física de la Universidad de Cuenca.

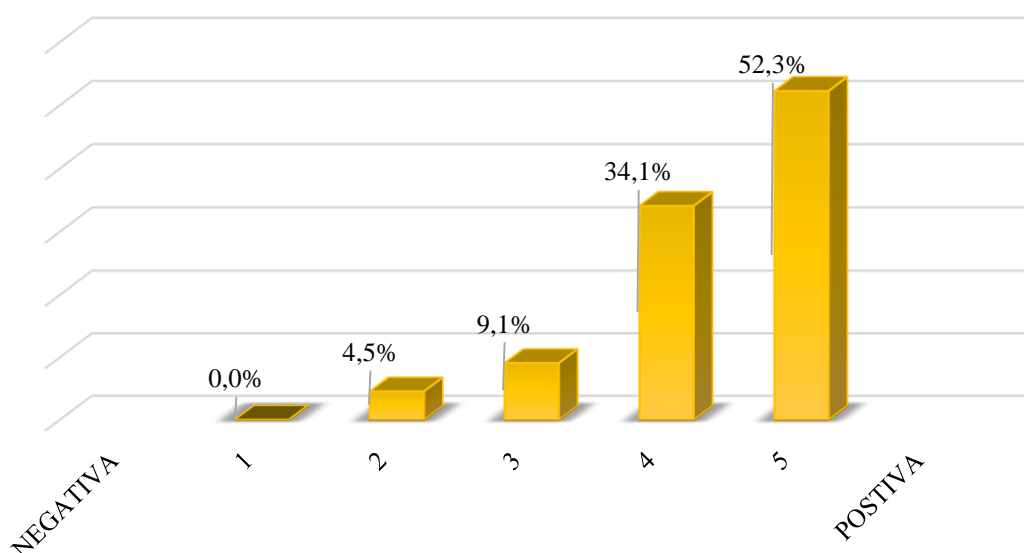
Análisis e Interpretación

Dentro de los distintos métodos de estudio se puede destacar que la utilización del material didáctico, la explicación del docente y análisis de las gráficas con 36,4%, 34,1% y 20,5% respectivamente generan un alto porcentaje en el nivel totalmente influyente. Esto, permite asegurar que los estudiantes que han cursado esta asignatura tienen un gran apego a la utilización de estos métodos por su aporte. Cabe destacar que todos los métodos

obtuvieron un alto porcentaje en el nivel bastante influyente que afirma que todos estos métodos son positivos para el proceso de aprendizaje de la asignatura.

Pregunta 5

De los siguientes ítems del uno al cinco, ¿qué opinión tiene al respecto de la utilización de material didáctico en la Universidad?



Gráfica 2.7: Opinión respecto al material didáctico

Elaborado por: Chillogallo Jefferson, Velásquez Saúl

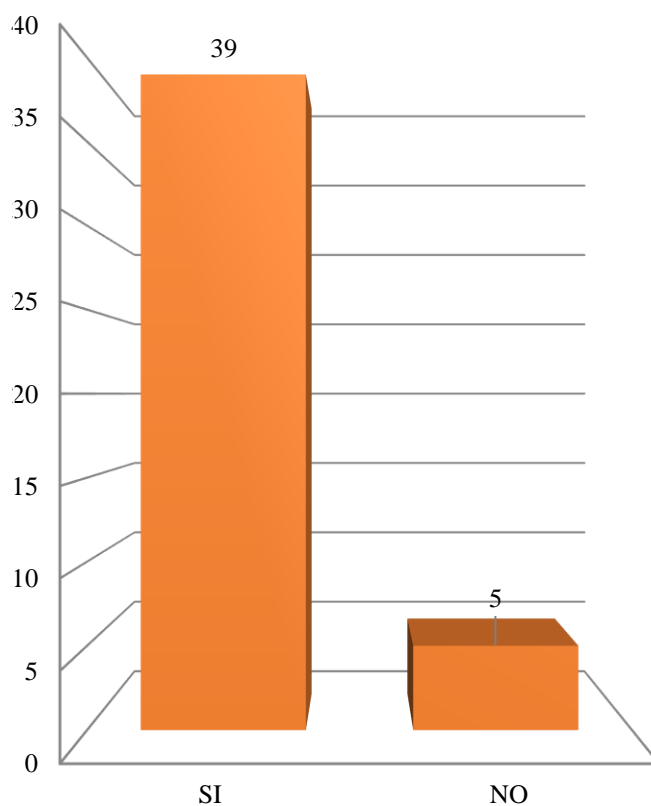
Fuente: Encuesta dirigida a los estudiantes de séptimo y noveno ciclo de la carrera de Matemática y Física de la Universidad de Cuenca.

Análisis e Interpretación

Según los datos obtenidos en la gráfica superior, el criterio de los estudiantes acerca de la utilización de materiales didácticos en la Universidad es en su mayoría altamente positiva con un 52,3% en el nivel 5 y 34,1% en el nivel 4. Esto, afirma que los estudiantes con experiencias o conocimientos sobre el tema, su impresión sobre los materiales didácticos es positiva, por lo que los estudiantes aceptarían y verían como positivo el uso de material didáctico en esta asignatura.

Pregunta 6

¿En las clases de Oscilaciones y Ondas se utilizó material didáctico?



Gráfica 2.8: Utilización del material didáctico

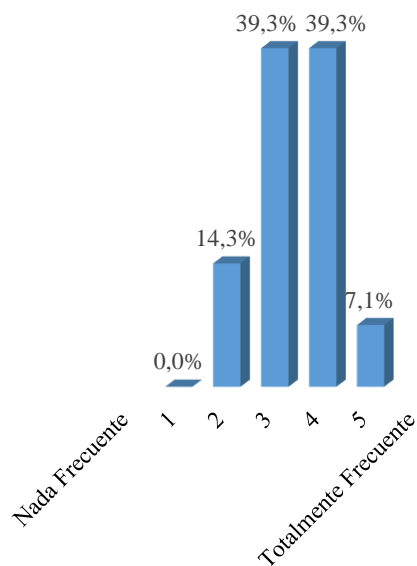
Elaborado por: Chillogallo Jefferson, Velásquez Saúl

Fuente: Encuesta dirigida a los estudiantes de séptimo y noveno ciclo de la carrera de Matemática y Física de la Universidad de Cuenca.

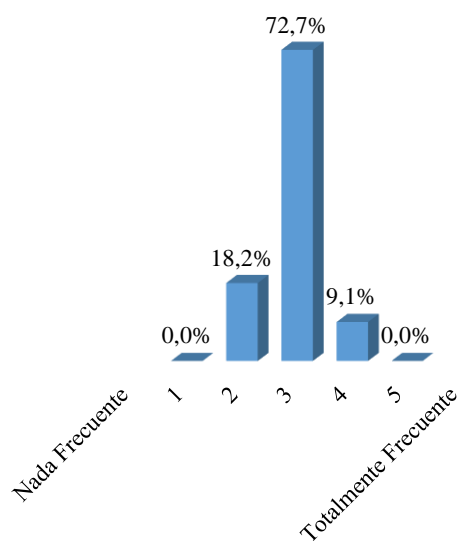
Análisis e Interpretación

En la encuesta realizada, los estudiantes que contestan la alternativa “SI” son 39. Los estudiantes que contestan la alternativa “NO” son 5. Esto es la consecuencia de que el docente que dicta la asignatura ha impulsado la utilización de material didáctico en las clases proporcionando un método de estudio a los estudiantes.

- a. Evalúe la frecuencia con la que se utilizaba el material didáctico existente en las clases de la asignatura de Oscilaciones y ondas.**

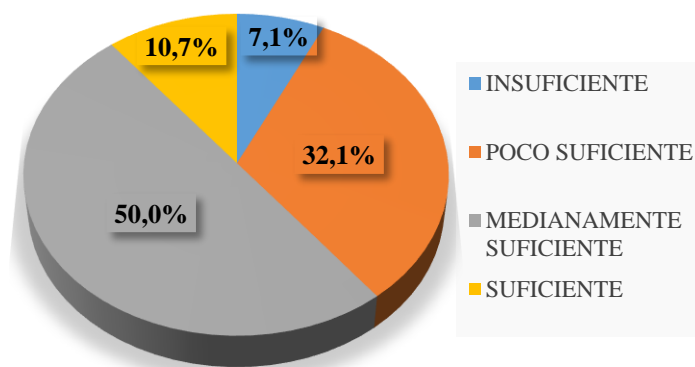


Gráfica 2.9 (Estudiantes de séptimo ciclo)

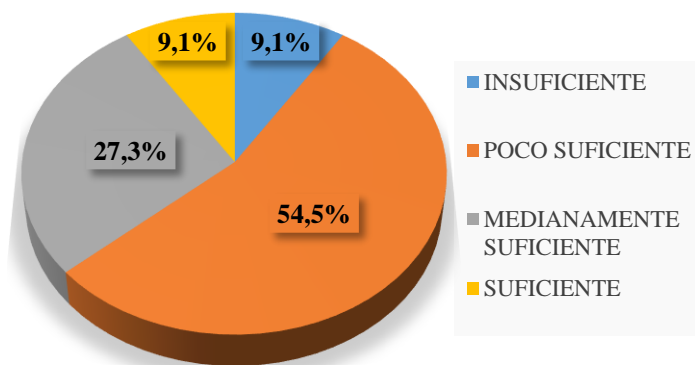


Gráfica 2.10 (Estudiantes de noveno ciclo)

b. ¿El material didáctico existente y utilizado en la siguiente asignatura de Oscilaciones y Ondas es?



Gráfica 2.11 (Estudiantes de séptimo ciclo)



Gráfica 2.12 (Estudiantes de noveno ciclo)

Elaborado por: Chillogallo Jefferson, Velásquez Saúl

Fuente: Encuesta dirigida a los estudiantes de séptimo y noveno ciclo de la carrera de Matemática y Física de la Universidad de Cuenca.

Análisis e Interpretación

Analizando el literal a) en cuanto a la frecuencia de la utilización de material didáctico, existe una clara diferencia entre los dos ciclos, ya que en séptimo ciclo el porcentaje se inclina hacia totalmente frecuente con un 39,3% en los niveles 3 y 4, mientras que en noveno la inclinación va hacia nada frecuente con un 72,7% en el nivel 3 y un 18,2% en el nivel 2.

A continuación, en el literal b) se refleja la consecuencia de los resultados del literal a, debido a que un gran porcentaje de 54,5% de estudiantes de noveno afirma que la utilización del material didáctico es poco suficiente y un 50% de los estudiantes de séptimo afirma que es medianamente suficiente. Además, es destacable que el promedio de 8,1% del total de los estudiantes menciona como insuficiente los materiales didácticos utilizados en la asignatura.

Generalizando, se puede decir que los alumnos de séptimo han utilizado en mayor medida los materiales didácticos que los de noveno y esto es causa y consecuencia de dos aspectos. La consecuencia se refiere a que dos estudiantes de la carrera impulsaron su trabajo de titulación en la construcción de material didáctico para esta asignatura de la cual fueron beneficiarios los de séptimo ciclo y no los de noveno. Y la causa se refiere a que los resultados de la pregunta 1 son el reflejo de la frecuencia en el uso de material didáctico. Lo que conlleva a la siguiente afirmación; mayor frecuencia en la utilización de material didáctico, mayor nivel de conocimiento.

Pregunta 7

¿Cuánto cree usted que influye el uso de material didáctico en los aspectos positivos en el estudio de Oscilaciones y Ondas?

Tabla 2.4: Influencia del uso del material didáctico

| ASPECTOS | MUY POCO | POCO | REGULAR | BASTANTE | TOTALMENTE |
|--------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| MAYOR COMPRENSIÓN DE LOS TEMAS | 0,0% | 0,0% | 11,4% | 50,0% | 38,6% |
| INTERÉS HACIA LA MATERIA | 0,0% | 2,3% | 9,1% | 54,5% | 34,1% |
| PARTICIPACIÓN EN CLASE | 0,0% | 6,8% | 22,7% | 45,5% | 25,0% |
| MOTIVACIÓN | 2,3% | 0,0% | 15,9% | 56,8% | 25,0% |
| TRABAJO EN COLABORACIÓN | 2,3% | 6,8% | 27,3% | 43,2% | 20,5% |
| TOTAL | 0,9% | 3,2% | 17,3% | 50,0% | 28,6% |

Elaborado por: Chillogallo Jefferson, Velásquez Saúl

Fuente: Encuesta dirigida a los estudiantes de séptimo y noveno ciclo de la carrera de Matemática y Física de la Universidad de Cuenca.

Análisis e Interpretación

Considerando los distintos aspectos, se determina que los materiales didácticos influyen totalmente en la mayor comprensión de los temas e interés hacia la materia con resultados de 38,6% y 34,1% respectivamente. Basándose en que el nivel bastante y totalmente poseen mayores porcentajes, este resultado establece que los materiales didácticos son primordiales para generar estos aspectos positivos para un buen aprendizaje.

Pregunta 8

A continuación, encontrará una lista de preguntas respecto a la asignatura de Oscilaciones y Ondas.

Tabla 2.5: Preguntas

| PREGUNTAS | Siempre | La mayoría de veces sí | Algunas veces sí algunas veces no | La mayoría de veces no | Nunca |
|---|--------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------|
| ¿En clases el docente analizaba y explicaba las gráficas de los libros? | 61,4% | 29,5% | 6,8% | 2,3% | 0,0% |
| ¿Los materiales didácticos mejoraban el aprendizaje de los temas de la asignatura? | 31,8% | 45,5% | 20,5% | 2,3% | 0,0% |
| ¿Se entiende la forma, partes y dimensiones reales de las gráficas de los libros? | 4,5% | 13,6% | 34,1% | 34,1% | 13,6% |
| ¿Se entiende las relaciones entre las gráficas y el desarrollo teórico de los libros? | 6,8% | 38,6% | 45,5% | 9,1% | 0,0% |
| TOTAL | 26,1% | 31,8% | 26,7% | 11,9% | 3,4% |

Elaborado por: Chillogallo Jefferson, Velásquez Saúl

Fuente: Encuesta dirigida a los estudiantes de séptimo y noveno ciclo de la carrera de Matemática y Física de la Universidad de Cuenca.

Análisis e Interpretación

Partiendo de un análisis de cada pregunta; los resultados de la primera dan a entender que el docente considera a las gráficas de los libros como base fundamental en sus explicaciones en las clases; en la segunda, de los estudiantes encuestados un 45,5% creen que el uso de material didáctico en la mayoría de situaciones ayuda en el aprendizaje; en la siguiente pregunta, un 34,1% considera que a veces sí y a veces no se entiende los aspectos de las gráficas y otro 34,1% sentencia que la mayoría de veces no

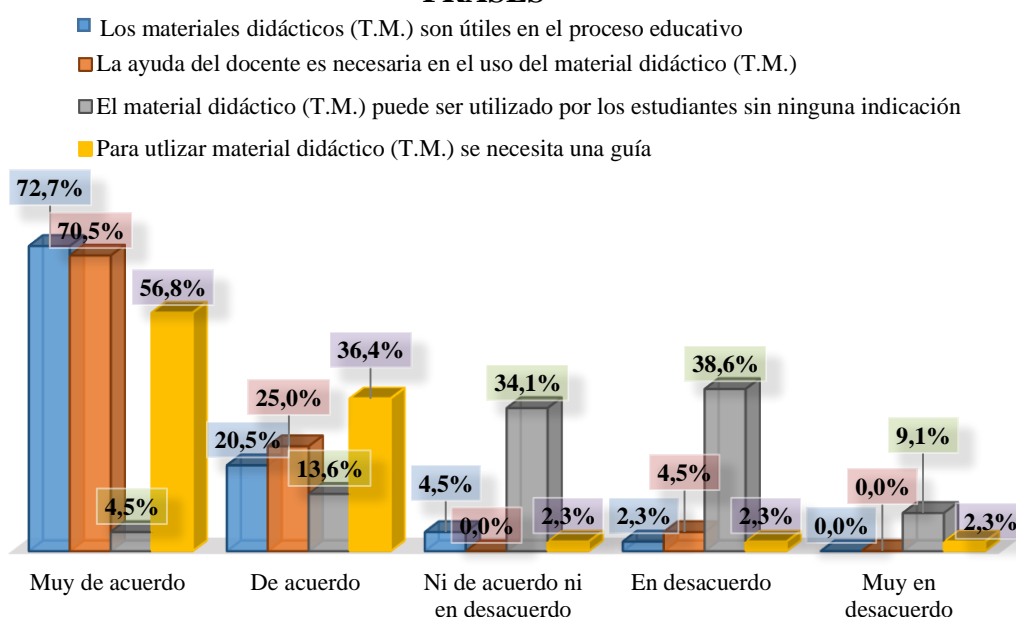
se entienden, por ende existe una debilidad en el aprendizaje basado en las gráficas; entonces, es necesario buscar alternativas como material didáctico que permitan disminuir el problema; de la misma manera en la última pregunta, un alto porcentaje de estudiantes señala que las gráficas no son suficiente apoyo para el desarrollo teórico de las temáticas ya que los estudiantes entendieron regularmente la estrecha relación (concepto-gráfica).

Pregunta 9

A continuación encontrará una lista de frases que muestran diferentes opiniones.

Por favor señale su grado de acuerdo con cada una de ellas.

FRASES



Gráfica 2.13: Opiniones acerca de los materiales didácticos (T.M.)

Elaborado por: Chillogallo Jefferson, Velásquez Saúl

Fuente: Encuesta dirigida a los estudiantes de séptimo y noveno ciclo de la carrera de Matemática y Física de la Universidad de Cuenca.

Análisis e Interpretación

Los resultados en la primera, segunda y cuarta frase muestran una amplia mayoría de respuestas a favor de muy de acuerdo seguido de la opción de acuerdo. Lo que valida estas frases. Por el contrario, la tercera frase recoge resultados a favor de en desacuerdo con un 38,6% y ni de acuerdo ni en desacuerdo con un 34,1%, esto indica que los estudiantes consideran que necesitan apoyo para la utilización de los materiales didácticos, por lo que el docente conjuntamente con la guía tendrían que ser primordial en su utilización.

2.5. Interpretación de los resultados

De los resultados obtenidos de la encuesta, se identifica que el nivel de conocimiento de los estudiantes respecto a la asignatura está en el regular, lo que es claramente un problema y sería ocasionado por distintos factores, tales como: el nivel de complejidad de la materia que así mismo la investigación demuestra que está en el nivel regular, la ausencia de los materiales didácticos, el incompleto entendimiento de las clases y la deficiencia en la correcta comprensión de las gráficas que son importantes en el estudio de las Oscilaciones y Ondas.

Para la mayoría de los estudiantes, la utilización de los materiales didácticos supone como resultado varios aspectos positivos para el aprendizaje de la asignatura. A consecuencia, los estudiantes que se beneficiaran de estos recursos verían como positivo y primordial su implementación.

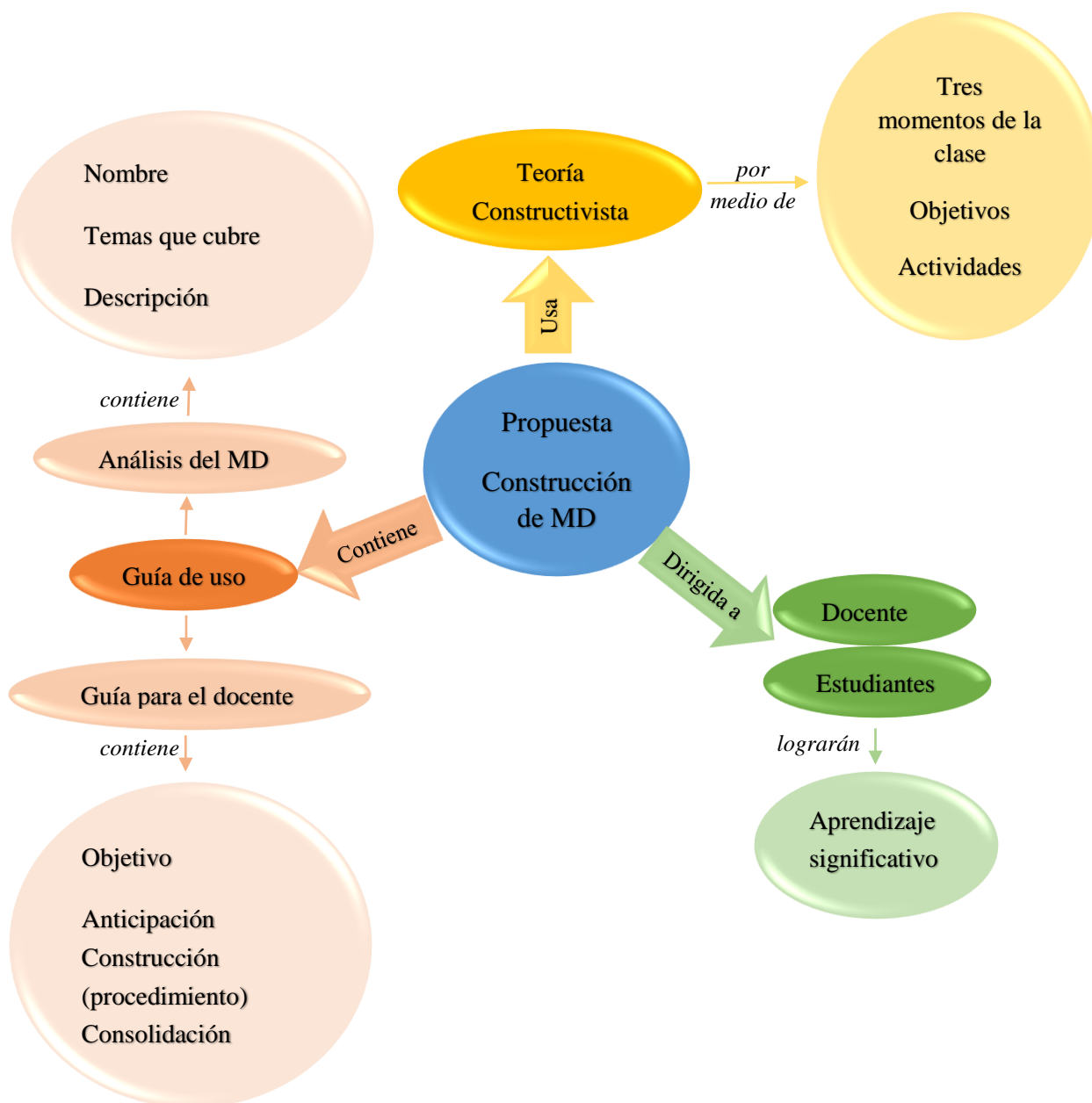
A derivación del análisis separando de los resultados de algunas preguntas de séptimo y noveno ciclos, se ha determinado que a mayor frecuencia en la utilización de material didáctico, mayor nivel de conocimiento.

Asimismo, se ha determinado algunas características que los estudiantes creen que deben poseer los materiales didácticos, estas son: la utilidad en el proceso educativo, la necesidad del docente como organizador en su implementación y la necesidad de una guía para regular su uso.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y VALIDACIÓN

3.1. Estructura de la propuesta



Gráfica 3.1: Esquema de la propuesta

3.2. Introducción

En este capítulo se desarrolla la propuesta: **“CONSTRUCCIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DE ALGUNOS TEMAS EN OSCILACIONES Y ONDAS”** que tiene como finalidad ayudar al docente en la enseñanza de los diferentes contenidos de la asignatura Oscilaciones y Ondas de la carrera de Matemáticas y Física a través del diseño, construcción y guía de uso de materiales didácticos.

Principalmente, esta propuesta está acoplada a características relacionadas a la teoría constructivista como una nueva tendencia en la educación. Es así que se pretende que en base a la forma de utilización del material el estudiante sea capaz de asimilar los conocimientos pretendidos por el docente, logrando así un aprendizaje significativo.

Estructurando, la propuesta de elaboración de material didáctico contiene una guía de uso que a su vez se divide en dos apartados; el primero consiste en el análisis del material didáctico, en donde consta el nombre, temas que cubre y su descripción de partes, cantidad, aspectos físicos y teóricos; seguidamente de la guía para el docente que contiene el objetivo y se redacta el plan de clase haciendo uso de los tres momentos de la clase. El primer momento de la clase es la anticipación que consiste en actividades necesarias para abordar el nuevo tema de estudio; posteriormente el momento de la construcción se abordan actividades que permitan construir el nuevo conocimiento haciendo uso del material didáctico con su respectivo procedimiento, contenido científico y ejercicios modelo; y finalmente, la consolidación en donde se plantea actividades para los estudiantes.

La parte teórica, imágenes y ejercicios que fueron utilizados para la elaboración de la guía didáctica fue basada en la obra de Oscilaciones y Ondas del Dr. Alberto Santiago Avecillas Jara, además se utilizaron algunos aportes de páginas como: Salazar, J. (2007). *Resistencia de materiales básica para estudiantes de ingeniería*. Manizales, Biguri, I. (2013). *Triángulo, conociendo dos lados y ángulo comprendido*. Recuperado de <https://ibiguri.wordpress.com/2013/10/13/triangulo-con-dos-lados-y-angulo/>, García, Á. (s.f.). *Interferencia de ondas producidas por varias fuentes*. Recuperado de <http://www.sc.edu/sbweb/fisica/ondas/Interferencia1/interferencia1.html>, Giacomelli, F. (2013). *Vectores*. Recuperado de



http://www.frtl.utn.edu.ar/Ingreso/Fisica/Material_2013/UTN%20FRTL%20Ingreso%20F%20C3%ADsica%20UNIDAD%20N%C2%BA%200%20-%20vectores.pdf, Profesor en línea. (2015). *Razones o relaciones Trigonométricas en el Triángulo Rectángulo*. Recuperado de http://www.profesorenlinea.cl/geometria/Trigonometria_Razones.html, Mi Profe. (s.f.). *Longitud de un arco de circunferencia*. Recuperado de <https://miprofe.com/longitud-de-un-arco-de-circunferencia/>, Montes Machuca, M. (25 de Abril de 2014). *El timbre de los instrumentos: Adivina qué oyes....* Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=pQoTz8TSqos>, raultecnologia. (2 de Febrero de 2012). *Esfuerzos en las estructuras*. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=_piI8eXhpZ4 y Villasuso, J. (s.f.). *Superposición de ondas: Interferencias*. Recuperado de http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Ondasbachillerato/superposicion/superposicion_indice.htm

3.3. Matriz de planeación

La siguiente tabla muestra los diversos materiales y su inserción en temas específicos abarcados por el texto de Oscilaciones y Ondas del Dr. Santiago Avecillas.

Tabla 3.1: Matriz de planeación

| UNIDAD | SUB UNIDAD | TEMA | MATERIAL DIDÁCTICO |
|--------------|------------------------------------|--|--|
| OSCILACIONES | Elasticidad | Esfuerzos | Columna de sección transversal recta |
| | | | Columna de sección transversal oblicua |
| | | Elasticidad por torsión | Fibra cilíndrica |
| | Oscilaciones libres sin rozamiento | Superposición de dos MAS de igual dirección e igual frecuencia cíclica temporal | Superposición $D = -\pi/6$ |
| | | | Interferencia constructiva |
| | | | Interferencia destructiva |
| | | Superposición de dos MAS perpendiculares de igual frecuencia cíclica temporal | Movimiento plano de una partícula perturbada por dos MAS perpendiculares |
| | | | Movimiento resultante S. de MAS P. de igual ω |
| | | Superposición de dos MAS perpendiculares de diferentes frecuencias cíclicas temporales | Imagen de Lissajous |
| | | Superposición de dos MAS de direcciones arbitrarias y diferentes frecuencias cíclicas temporales | Vectores oscilantes |
| | Oscilaciones reales | Oscilaciones libres con rozamiento | Estado sobre amortiguado y amortiguamiento crítico |
| | | | Oscilaciones amortiguadas |

| | | | |
|-------|-----------------|---|---|
| ONDAS | Ondas mecánicas | Interferencia de N ondas sincrónicas | N fuentes sincrónicas idénticas, lineales y uniformes |
| | | | Gráfica polar de la intensidad de una onda resultante |
| | Acústica | Tono, escalas musicales | Instrumento de cuerda e instrumento de percusión |

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

GUÍA DE USO PARA EL DOCENTE



“CONSTRUCCIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DE ALGUNOS TEMAS EN OSCILACIONES Y ONDAS.”



Cuenca- Ecuador
2019

Fuentes:

http://fisica.cubaeduca.cu/media/fisica.cubaeduca.cu/medias/interactividades/F9PEToscondas/res/ondas%208_1.jpg<https://conceptodefinicion.de/wp-content/uploads/2017/12/Guitarra2.jpg>https://www.panoramaaudiovisual.com/wp-content/uploads/2010/05/antenas_satelites.jpghttps://www.cidepedigital.com/_files/media/EQ350A/57ec3cb89b348.jpg

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO
COLUMNA DE SECCIÓN TRANSVERSAL RECTA
TEMAS QUE CUBRE

Esfuerzos



Gráfica 3.2: Columna de sección transversal recta

Fuente: Autoría propia

Tabla 3.2

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL | | | | |
|--------------------------------|----------|--------|----------|--|
| Elemento | Material | Color | Cantidad | Representa |
| Prisma cuadrangular (Superior) | Madera | Marrón | 1 | Columna situada por encima de la sección S |
| Prisma cuadrangular (Inferior) | Madera | Marrón | 1 | Columna situada por debajo de la sección S |

Fuente: Autoría propia

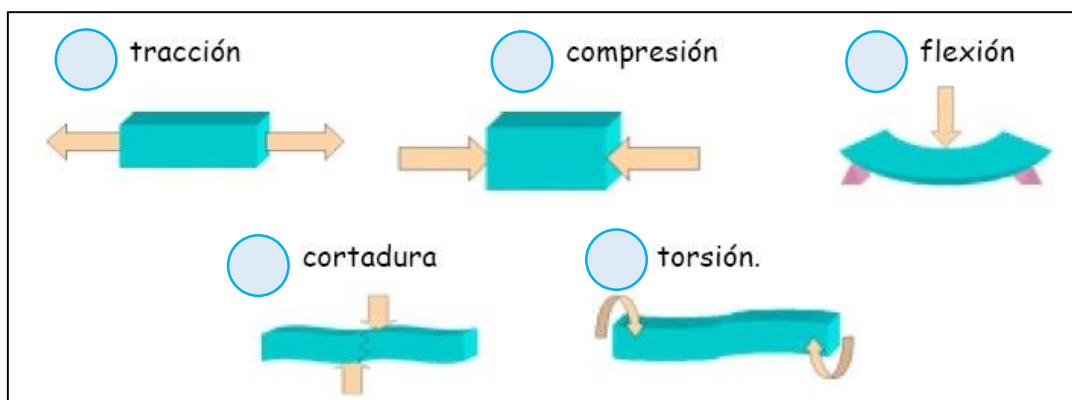
GUÍA DE USO PARA EL DOCENTE

ESFUERZOS EN UNA SECCIÓN TRANSVERSAL RECTA

Objetivo: Determinar el concepto, clasificación y la utilidad de los esfuerzos con una sección transversal recta. Partiendo de esto, aplicar los conocimientos en la resolución de las actividades.

ANTICIPACIÓN

1. Presentar el video tutorial: " Esfuerzos en las estructuras", https://www.youtube.com/watch?v=_piI8eXhpZ4
2. De acuerdo al video presentado ordenar numéricamente los tipos de esfuerzos.



Fuente: <https://369771302843377058.weebly.com/uploads/1/7/8/8/17884193/476495581.jpg>

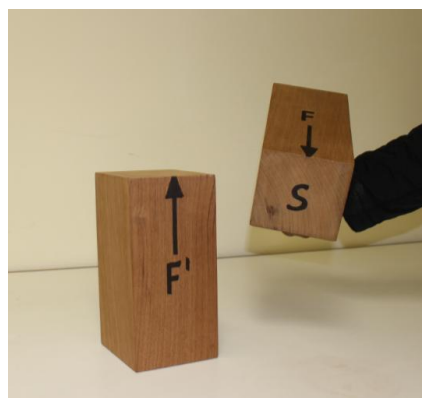
CONSTRUCCIÓN

ACTIVIDAD GRUPAL

1. Organice grupos entre 3 o 4 estudiantes.
2. Hacer uso del material didáctico correspondiente a esfuerzo en una columna de sección transversal recta en base a las siguientes recomendaciones.

Procedimiento:

- a. Ubicar de forma correcta los dos prismas con el fin de conformar la columna, tal que F este en la parte superior y F' en la parte inferior.
- b. Mostrar los componentes S , F y F' .
- c. Explicar la situación: la columna tiene una sección transversal recta S , el prisma superior ejerce una fuerza F vertical, distribuida y dirigida hacia abajo y F' una fuerza distribuida



Gráfica 3.3

Fuente: Autoría propia

de igual dirección y magnitud, pero de sentido contrario, es decir hacia arriba.

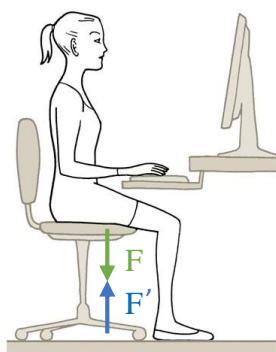
3. Entregar el contenido científico del tema a los estudiantes para su estudio.

CONTENIDO CIENTÍFICO

El primer concepto a tratar de la elasticidad es el esfuerzo que se define como la fuerza por unidad de superficie que soporta o se aplica sobre un cuerpo, es decir, es la relación entre la fuerza aplicada y la superficie en la cual se aplica. Pero, para entender este concepto supongamos una columna de sección transversal recta S , como la que se muestra en la *gráfica 3.3*. La parte de la columna situada por encima de la sección S ejerce sobre ella una fuerza F vertical, distribuida y dirigida hacia abajo; por acción y reacción la parte de la columna situada por debajo de S ejerce una fuerza F' , distribuida, de igual dirección y magnitud, pero de sentido contrario. De ese modo la sección S se mantiene en equilibrio, aunque tremendamente comprimida por las fuerzas F y F' . Entonces, este concepto se reduce a la siguiente ecuación: $\xi = \frac{F}{S}$

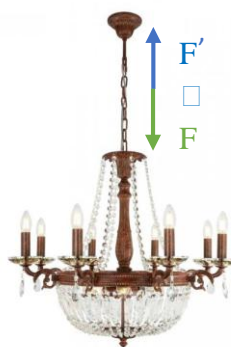
Si las fuerzas F y F' comprimen al área S , el esfuerzo se denomina “compresor”; éste es el caso de la *gráfica 3.4*, en donde el peso de la estructura de la silla y de la mujer es representada por F y la fuerza normal que es la que ejerce la superficie sobre F es representada por F'

Si las fuerzas F y F' traccionan al área S , el esfuerzo se denomina “tractor”. Por ejemplo, en la *gráfica 3.5*, F es representada por el peso de la estructura de la lámpara de techo y F' corresponde a la fuerza de soporte del tumbado.



Gráfica 3.4

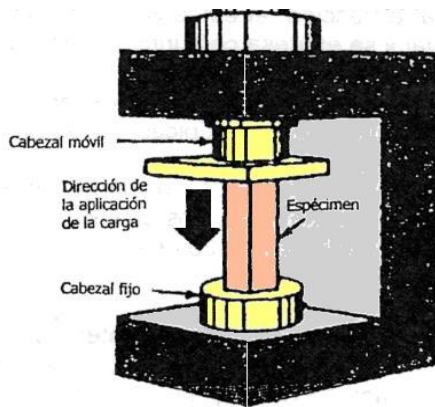
Fuente: https://smoda.elpais.com/wp-content/uploads/images/201213/sentarse_bien_2583.jpg



Gráfica 3.5

Fuente: <https://cdn.tulampara.es/media/product/50078/650x650/globo-asha-lampara-colgante-64130-8r-0.jpg>

Ejercicio modelo: Mediante el siguiente dispositivo de compresión se determina que con una fuerza de $300\,000\text{ N}$ el espécimen de concreto de base cuadrada de 5 cm de lado se fractura. Calcular el esfuerzo que soportaba en ese instante.



Solución:

Datos

$$F = 300\,000\text{ N} \quad l = 5\text{ cm} = 0,05\text{ m}$$

Procedimiento

$$S = l \cdot l = 0,05 \cdot 0,05 = 2,5E - 3\text{ m}^2$$

$$\xi = \frac{F}{S} = \frac{300000}{2,5E - 3} = 120\,000\,000\text{ Pa}$$

Fuente: <http://4.bp.blogspot.com/-4u5WvF0Bsg8/TgjDBFeoPyI/AAAAAAAAAAhA/i5ximp6pwgE/s200/tracci%25C3%25B3n01.JPG>

CONSOLIDACIÓN

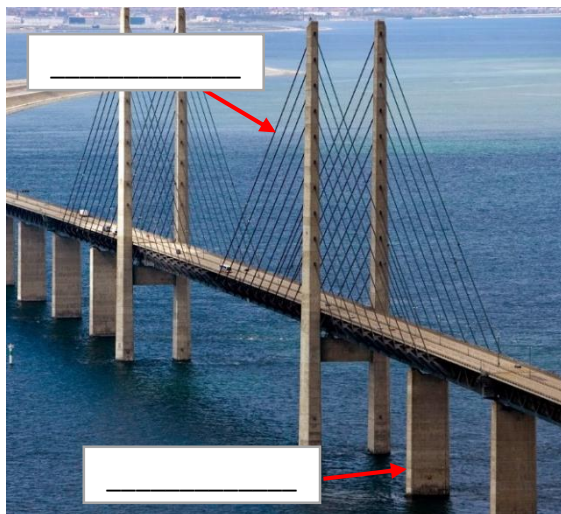


1. Actividad individual en clase.

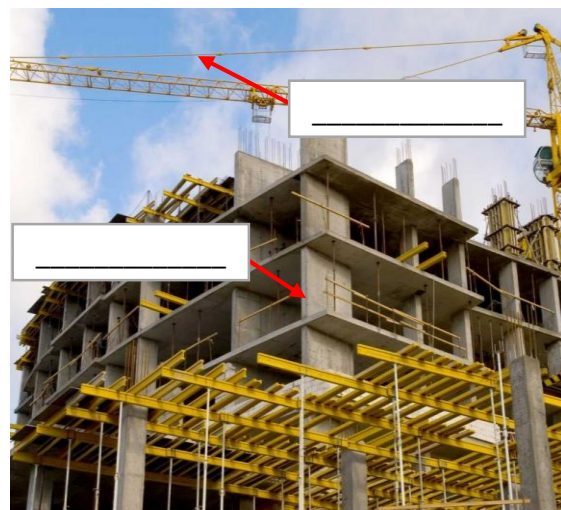
a) Complete:

- 1- El estudio de los esfuerzos tractores y compresores es importante para.....
- 2- Los esfuerzos son tractores cuando.....y algunas estructuras o cosas que los presentan son.....

b) Analice las siguientes imágenes e identifique el tipo de esfuerzo que realizan las distintas estructuras.



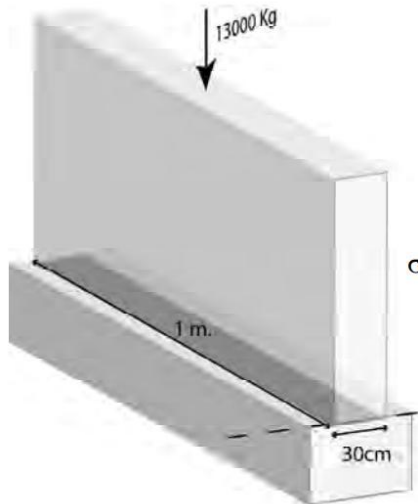
Fuente: <http://inspimundo.com/wp-content/uploads/2016/12/bridge8.jpg>



Fuente: <https://i0.wp.com/www.marcelopedra.com.ar/blog/wp-content/uploads/2014/01/construccion-de-edificios.jpg?resize=700%2C469&ssl=1>

c) Resuelva, en su cuaderno de ejercicios, el siguiente problema:

- 1- Según la figura calcule el esfuerzo de la superficie de contacto del muro de 13 000 kg y la viga que la soporta.



Solución:

Datos

$$m = 13000 \text{ kg}$$

$$b = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$h = 1 \text{ m}$$

Procedimiento

$$w = mg = 13\,000 \cdot 9,8 = 127\,400 \text{ N}$$

$$S = b \cdot h = 0,3 \cdot 1 = 0,3 \text{ m}^2$$

$$\xi = \frac{F}{S} = \frac{w}{S} = \frac{127\,400}{0,3} = 424\,666,7 \text{ Pa}$$

Fuente: Salazar, J. (2007). *Resistencia de materiales básica para estudiantes de ingeniería*. Manizales.

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO
COLUMNA DE SECCIÓN TRANSVERSAL OBLICUA
TEMAS QUE CUBRE

Esfuerzos



Gráfica 3.6: Columna de sección transversal oblicua

Fuente: Autoría propia

Tabla 3.3

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL | | | | |
|--|----------|--------|----------|--|
| Elemento | Material | Color | Cantidad | Representa |
| Prisma cuadrangular con corte oblicuo (Superior) | Madera | Marrón | 1 | Columna situada por encima de la sección S |
| Prisma cuadrangular con corte oblicuo (Inferior) | Madera | Marrón | 1 | Columna situada por debajo de la sección S |

Fuente: Autoría propia

GUÍA DE USO PARA EL DOCENTE

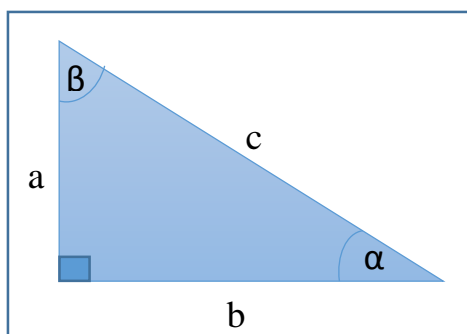
ESFUERZOS EN UNA SECCIÓN TRANSVERSAL OBLICUA

Objetivo: Conocer y aprender acerca de los esfuerzos con una sección transversal oblicua. Partiendo de esto, aplicar los conocimientos en la resolución de las actividades.

ANTICIPACIÓN

1. Clase magistral de razones trigonométricas Sen y Cos en un triángulo rectángulo.

RAZONES TRIGONOMÉTRICAS EN UN TRIÁNGULO RECTÁNGULO



Dado el triángulo rectángulo, se definen sus razones trigonométricas respecto a los dos ángulos α y β

$$\text{Sen } \alpha = \frac{a}{c}$$

$$\text{Cos } \alpha = \frac{b}{c}$$

$$\text{Sen } \beta = \frac{b}{c}$$

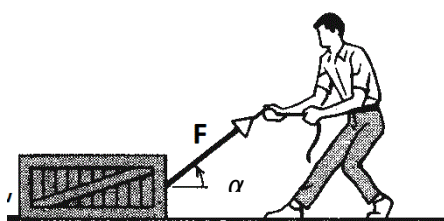
$$\text{Cos } \beta = \frac{a}{c}$$

Fuente: Autoría propia

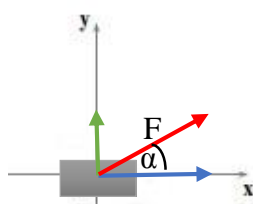
2. Resolución de un problema relacionado a la utilización de razones trigonométricas y fuerzas.

Problema: Un joven mueve una caja por medio de una cuerda con una fuerza F y un ángulo α respecto al plano horizontal como se muestra en la figura. Determinar las componentes vertical y horizontal de dicha fuerza

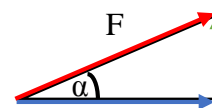
Solución



Fuente: <http://4.bp.blogspot.com/-dF1P8pGkvvM/VWYyYurwPT-I/AAAAAAAAABs/YwIy30K0OnY/s1600/Image73fisica.gif>



$$F_x = F \text{ Cos } \alpha$$



$$F_y = F \text{ Sen } \alpha$$

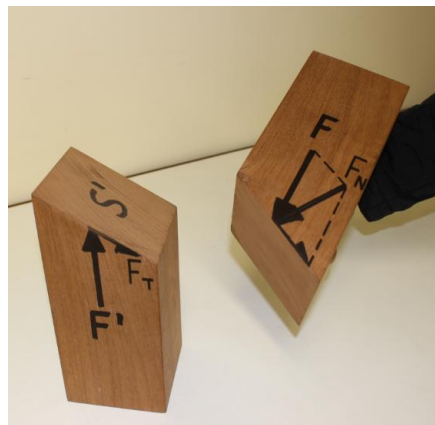
CONSTRUCCIÓN

ACTIVIDADES

1. Clase magistral de la primera parte del contenido científico.
2. Presentación y manipulación del material didáctico conjuntamente con la clase magistral.

Procedimiento:

- a. Ubicar de forma correcta las dos partes de la columna, tal que F este en la parte superior y F' en la parte inferior.
- b. Mostrar los componentes S' , F y F' . Además, explicar las componentes normal (F_N) y tangencial (F_T) de F e indicar su ubicación. Gráfica 3.7.
- c. Realizar un análisis del material didáctico tal que nos permita proceder al desarrollo de las gráficas 3.8, 3.9 y 3.10.



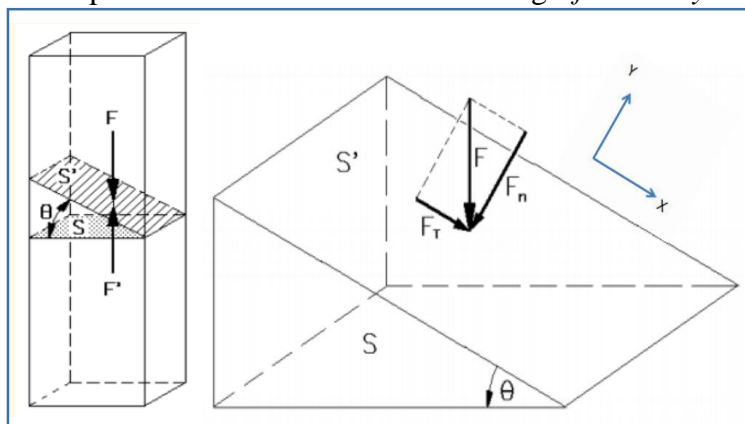
Gráfica 3.7

Fuente: Autoría propia

3. ABP: presentar la problemática e indicaciones.
4. Control y resolución de la problemática conjuntamente (Docente-Estudiantes).

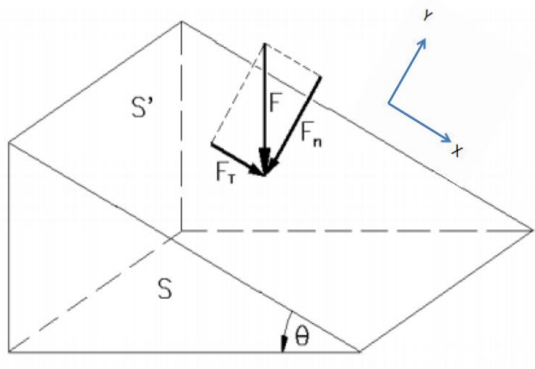
CONTENIDO CIENTÍFICO

Supongamos una columna con área transversal oblicua, como se muestra en la gráfica 3.8, asimismo se observa las fuerzas F y F' y el ángulo θ de inclinación de la superficie S' . En ese caso podemos descomponer a la fuerza F en dos componentes: una perpendicular o normal a S' y otra paralela o tangencial, para esto el eje X será paralelo a la superficie oblicua como se ve en las gráficas 3.9 y 3.10

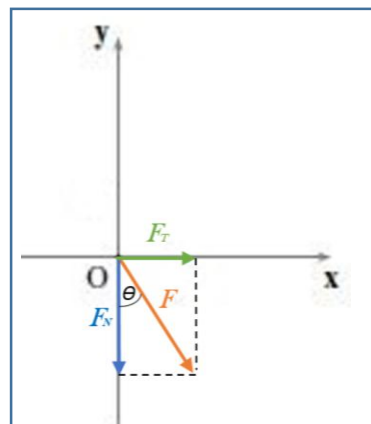


Gráfica 3.8

Fuente: Avecillas, A. (2007). *Oscilaciones y Ondas*. Cuenca.



Gráfica 3.9



Gráfica 3.10

Fuente: <https://www.lifeder.com/wp-content/uploads/2017/09/Cuales-son-las-partes-del-plano-cartesiano.jpg>

ABP

Problemática: determinación del esfuerzo en las componentes normal y tangencial.

Indicaciones para los estudiantes:

- ✚ Partir del esquema de la *gráfica 3.10*.
- ✚ Basarse en el previo estudio de esfuerzos en una columna de sección transversal recta.

SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA: El esfuerzo en componentes normal y tangencial están definidas mediante:

$$\xi_N = \frac{F_N}{S'} = \frac{F \cos \theta}{S'}$$

$$\xi_T = \frac{F_T}{S'} = \frac{F \sin \theta}{S'}$$

Nota: Observe que los esfuerzos normales provocan compresiones o tracciones sobre el área afectada S' , en tanto que los tangenciales tienden a producir “corrimientos laterales” de ella.

Ejercicio modelo

Se determina mediante un experimento que en una viga cilíndrica el esfuerzo normal y tangencial que soporta una sección transversal inclinada θ coincide con el mismo valor. Demuestre cuál es el componente y el valor que permite que esto suceda.

Solución:

Datos

$$S = \pi r^2 \quad S' = \pi r R$$

$$\xi_N = \xi_T$$

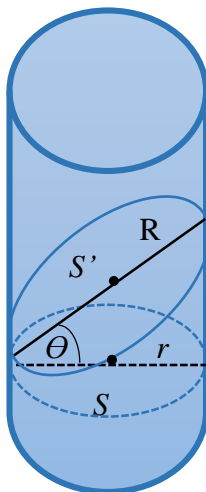
Proceso

$$\cos \theta = \frac{2r}{2R}; \quad R = \frac{r}{\cos \theta}; \quad S' = \frac{\pi r^2}{\cos \theta}$$

$$\xi_N = \xi_T$$

$$\frac{F \cos \theta}{\pi r^2 / \cos \theta} = \frac{F \sin \theta}{\pi r^2 / \cos \theta}$$

$$\cos \theta = \sin \theta; \quad \theta = 45^\circ$$



Fuente: Autoría propia

CONSOLIDACIÓN



1. Actividad individual en clase.

a) Resuelva, en su cuaderno de ejercicios, los siguientes problemas:

- 1- Una columna de base rectangular de 30cm de largo y 15cm de ancho trasmite una fuerza de 600 000 N. Determine los esfuerzos que soporta una sección oblicua inclinada 20° en la cara mayor.

Solución:

Datos

$$l = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

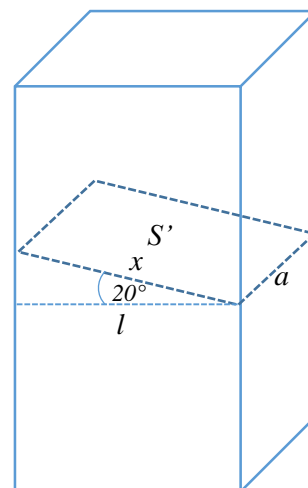
$$a = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

$$F = 600\,000 \text{ N}$$

$$\theta = 20^\circ$$

Procedimiento

$$S' = x \cdot a = \frac{l}{\cos 20^\circ} \cdot a = \frac{0,3}{\cos 20^\circ} \cdot 0,15 = 0,048 \text{ m}^2$$



Fuente: Autoría propia

$$\xi_N = \frac{F \cos \theta}{S'} = \frac{600\,000 \cdot \cos 20^\circ}{0,048} = 11\,773\,654,15 \text{ Pa}$$

$$\xi_T = \frac{F \sin \theta}{S'} = \frac{600\,000 \cdot \sin 20^\circ}{0,048} = 4\,285\,259,15 \text{ Pa}$$

- 2- Una sección oblicua inclinada 50° de una viga de base cuadrada soporta un esfuerzo normal de 123 952,7 Pa. ¿Cuánto mide el lado de la base de la viga en centímetros si esta soporta una fuerza de 3 000 N?

Solución:

Datos

$$\theta = 50^\circ \quad \xi_N = 123\,952,7 \text{ Pa} \quad F = 3\,000 \text{ N}$$

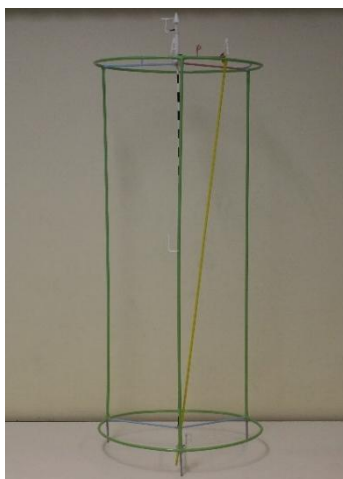
Procedimiento

$$\xi_N = \frac{F \cos \theta}{S'} = \frac{F \cos \theta}{l^2 / \cos \theta}$$

$$l = \sqrt{\frac{F \cos^2 \theta}{\xi_N}} = \sqrt{\frac{3\,000 \cdot \cos^2 50^\circ}{123\,952,7}} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO
FIBRA CILÍNDRICA
TEMAS QUE CUBRE

Elasticidad por torsión


Gráfica 3.11: Fibra cilíndrica
Fuente: Autoría propia
Tabla 3.4

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL | | | | |
|--------------------------|------------------------|--------------|----------|------------------------------|
| Elemento | Material | Color | Cantidad | Representa |
| Estructura cilíndrica | Alambre galvanizado #6 | Verde | 1 | Fibra cilíndrica |
| Varilla recta | Alambre galvanizado #8 | Negro-blanco | 1 | Eje del cilindro |
| Varilla móvil | Alambre galvanizado #8 | Amarillo | 1 | Simulación de la torsión |
| Varilla con saeta | Alambre galvanizado #8 | Blanco | 1 | Torque |
| Varillas | Alambre galvanizado #8 | Rosado | 3 | ρ |
| Varillas | Alambre galvanizado #8 | Celeste | 6 | Radio del cilindro |
| Arco | Alambre galvanizado #8 | Plomo | 1 | Estructura para la movilidad |

Fuente: Autoría propia

GUÍA DE USO PARA EL DOCENTE

ELASTICIDAD POR TORSIÓN

Objetivo: Identificar cómo sucede el proceso de torsión de una fibra cilíndrica y conocer la expresión del ángulo de torsión.

ANTICIPACIÓN

a. *Recordatorio previo de conceptos y ecuaciones necesarias:*

- *Módulo de rigidez*
- *Longitud de arco*

MÓDULO DE RIGIDEZ

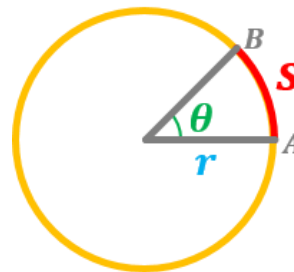
Primeramente tener en cuenta que la deformación unitaria por cizalladura o por torsión: se define mediante: $DUC = \phi$ (en rad)

Seguidamente, recordar que el módulo de rigidez se usa en caso de deformaciones de materiales sólidos, mayoritariamente en el caso de varillas se define mediante la ecuación.

$$G = \frac{\xi_T}{DUC} = \frac{\xi_T}{\phi}$$

LONGITUD DE ARCO

La longitud del arco (s) en una circunferencia, conociendo el radio (r) y el ángulo (θ) que forman los dos radios, es: $S = r \cdot \theta$



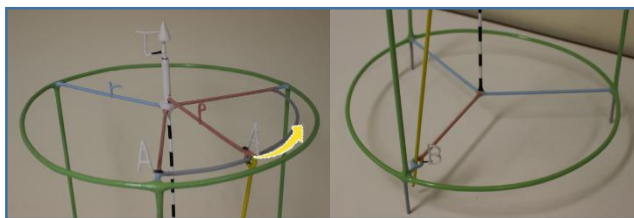
Fuente: <https://miprofe.com/wp-content/uploads/2016/04/longitud-arco.png>

CONSTRUCCIÓN

ACTIVIDADES

1. Presentar el contenido científico a los estudiantes.
2. Utilizar material didáctico

Procedimiento



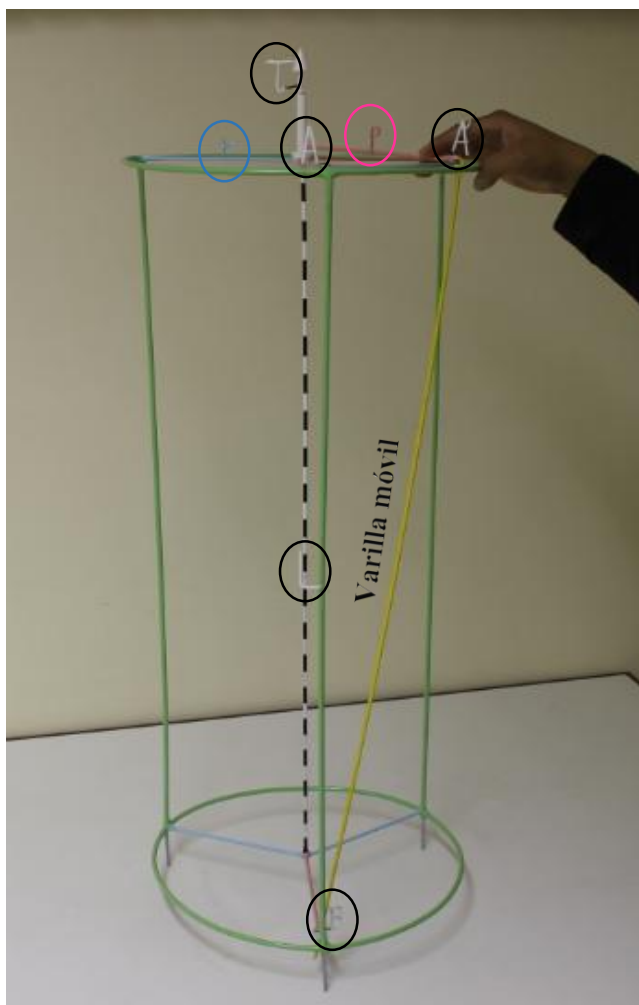
Gráfica 3.12

Fuente: Autoría propia

a. *Mostrar los componentes de la fibra cilíndrica: el ángulo de torsión ϕ_0 , longitud L , radio r , torque de par τ y otros parámetros necesarios (α, ρ, \dots). Gráfica 3.13.*

b. *Darle movilidad a la varilla móvil, con el fin de ejemplificar la elasticidad por torsión como se muestra en la gráfica 3.12. Es también recomendado realizar el paso a. y b. de forma conjunta según la necesidad.*

c. *Usar como herramienta complementaria el material didáctico durante el proceso de determinar la ecuación del ángulo de torsión y el desarrollo de todo el contenido científico.*



Gráfica 3.13
Fuente: Autoría propia

CONTENIDO CIENTÍFICO

Para determinar el ángulo de torsión ϕ_0 de una fibra cilíndrica de longitud L y radio r que soporta un torque de par, principalmente hay que trabajar con las gráficas 3.13 y 3.14 que muestra la fibra y los parámetros que utilizaremos, además de una porción de la base en la que se indica un incremento del ángulo de torsión $d\phi$ a partir de la torsión inicial ϕ_0 .

Ahora dividiremos el procedimiento en tres partes:

Primeramente, se parte del concepto de módulo de rigidez, $G = \frac{\xi_T}{DUC}$, obteniendo:

$$\xi_T = G\alpha.$$

Además, de las gráficas 3.13 o 3.14 obtenemos:

$$\alpha = \frac{AA'}{L} \quad y \quad \phi_0 = \frac{AA'}{\rho}$$

de donde: $\alpha = \frac{\rho \phi_0}{L}$

Y finalmente, de la gráfica 3.14:

$$dS = \rho d\rho d\phi$$

Entonces, sabemos que, $\xi_T = \frac{dF_T}{dS}$, donde:

$$dF_T = \xi_T dS.$$

Y remplazando con los resultados del procedimiento anterior:

$$dF_T = \frac{G \rho \phi_0 \rho d\rho d\phi}{L}$$

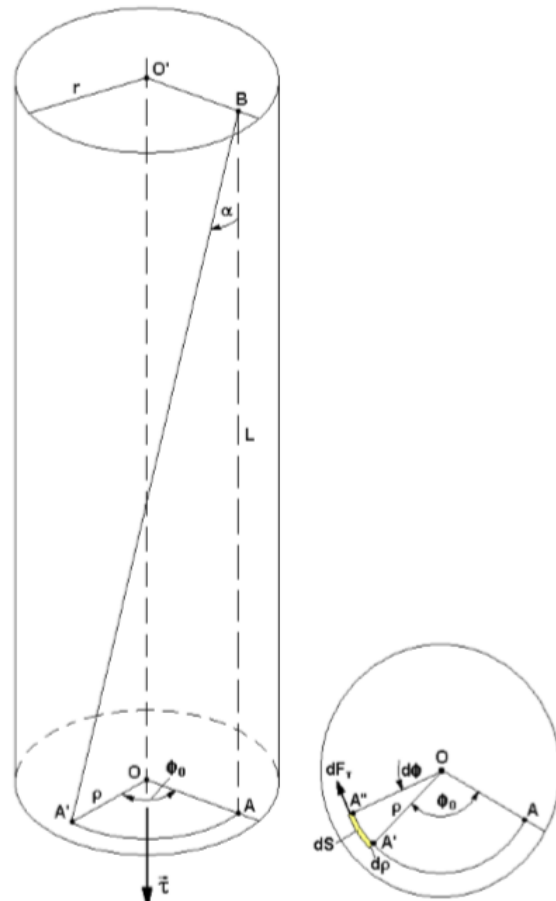
El torque de dF_T es:

$$d\tau_{eje} = \rho \cdot dF_T = \frac{G \rho^3 \phi_0 d\rho d\phi}{L}$$

Para hallar el torque total que tuerce a la base hay que integrar sobre el área total de la misma:

$$\tau_{eje} = \int_0^{2\pi} d\phi \int_0^r \frac{G \rho^3 \phi_0}{L} d\rho = \frac{\pi G r^4 \phi_0}{2L}$$

Por lo tanto: $\phi_0 = \frac{2L \tau_{eje}}{\pi G r^4}$

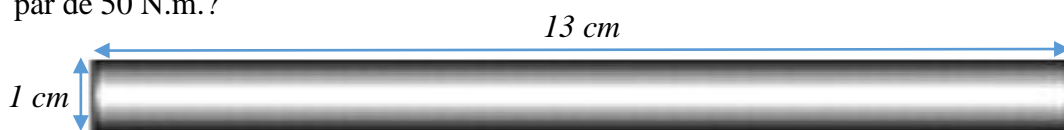


Gráfica 3.14

Fuente: AVECILLAS, A. (2007). *Oscilaciones y Ondas*. Cuenca.

Ejercicio modelo

¿Cuánto se torsionará la siguiente fibra cilíndrica de acero al ser sometida a un torque de par de 50 N.m.?



Fuente: https://www.richelieu.com/documents/docsGr/101/565/5/1015655/1163121_700.jpg

Solución:

Datos

$$r=0,005 \text{ m} \quad L=0,13 \text{ m} \quad G=7,55 \text{ E}10 \text{ Pa} \quad \tau_{eje}=50 \text{ N.m}$$

Procedimiento

$$\phi_0 = \frac{2L \tau_{eje}}{\pi G r^4} = \frac{2 \cdot 0,13 \cdot 50}{\pi \cdot 7,55 \text{ E}10 \cdot 0,005^4}$$

$$\phi_0 = 0,00877 \text{ rad}$$

CONSOLIDACIÓN



1. Actividad individual en clase.

a) Complete:

1- Aplicaciones prácticas de la elasticidad por torsión son

b) Resuelva, en su cuaderno de ejercicios, el siguiente problema:

1- ¿A qué torque de par fue sometida una fibra de aluminio de 17 m de longitud y 3 cm de radio para torcionarla 0,5 rad?

Solución:

Datos

$$L=17 \text{ m} \quad r=0,03 \text{ m} \quad G=2,45E10 \text{ Pa} \quad \phi_0=0,5 \text{ rad}$$

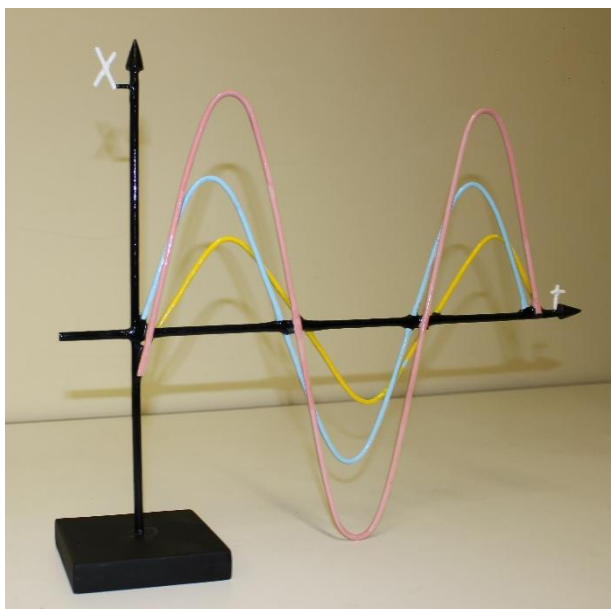
Procedimiento

$$\tau_{eje} = \frac{\pi G r^4 \phi_0}{2L} = \frac{\pi \cdot 2,45 E10 \cdot 0,03^4 \cdot 0,5}{2 \cdot 17}$$

$$\tau_{eje} = 916,837 \text{ N.m}$$

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO
SUPERPOSICIÓN ($D = \pi/6$)
TEMAS QUE CUBRE

Superposición de dos MAS de igual dirección e igual frecuencia cíclica temporal


Gráfica 3.15: Superposición ($D = \pi/6$)

Fuente: Autoría propia

Tabla 3.5

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL | | | | |
|--------------------------|-------------------------|----------|----------|-----------------------|
| Elemento | Material | Color | Cantidad | Representa |
| Ejes | Alambre galvanizado #6 | Negro | 1 | Eje t Eje x |
| Curva 1 | Alambre galvanizado #10 | Amarillo | 1 | Oscilación 1 |
| Curva 2 | Alambre galvanizado #10 | Celeste | 1 | Oscilación 2 |
| Curva 3 | Alambre galvanizado #8 | Rosado | 1 | Oscilación Resultante |

Fuente: Autoría propia

GUÍA DE USO PARA EL DOCENTE

SUPERPOSICIÓN DE DOS MAS DE IGUAL DIRECCIÓN E IGUAL FRECUENCIA CÍCLICA TEMPORAL

Objetivo: Conocer y aprender el proceso de superposición de este tipo de MAS para determinar el movimiento resultante.

ANTICIPACIÓN

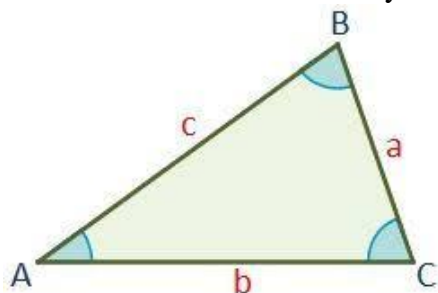
1. Recordatorio previo de conceptos y ecuaciones necesarias.

- Teorema del coseno

TEOREMA DEL COSENO

Este teorema es aplicable en el caso de:

- ✓ Cuando se conocen dos lados y el ángulo que se forma entre ellos



Fuente: <https://www.universoformulas.com/matematicas/trigonometria/teorema-coseno/>

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos A$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cdot \cos B$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos C$$

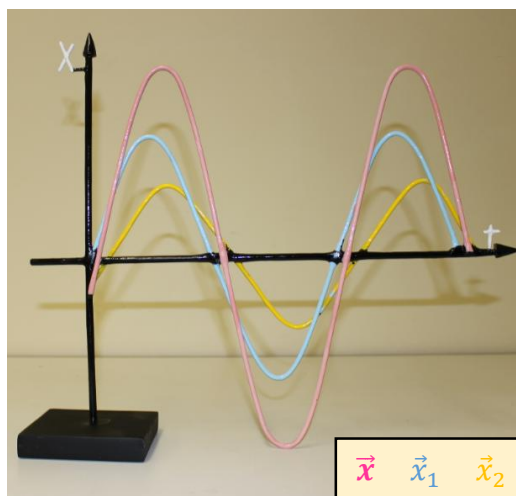
CONSTRUCCIÓN

ACTIVIDADES

1. Desarrollar el contenido científico (clase magistral)
2. Utilizar material didáctico durante el desarrollo del ejercicio modelo

Procedimiento

- a. Presentar el enunciado del ejercicio modelo.
- b. Señalar cuáles son las dos oscilaciones a superponerse en la maqueta (\vec{x}_1 y \vec{x}_2). Gráfica 3.16.
- c. Desarrollar el ejercicio modelo.
- d. Señalar el movimiento resultante de la superposición en la maqueta (\vec{x}). Gráfica 3.16.



Gráfica 3.16

Fuente: Autoría propia

CONTENIDO CIENTÍFICO

En la superposición de dos oscilaciones de igual dirección e igual frecuencia cíclica temporal, las ecuaciones son:

$$\vec{x}_1 = A_1 \text{Sen}(\omega t + \varepsilon_1) \vec{i}$$

$$\vec{x}_2 = A_2 \text{Sen}(\omega t + \varepsilon_2) \vec{i}$$

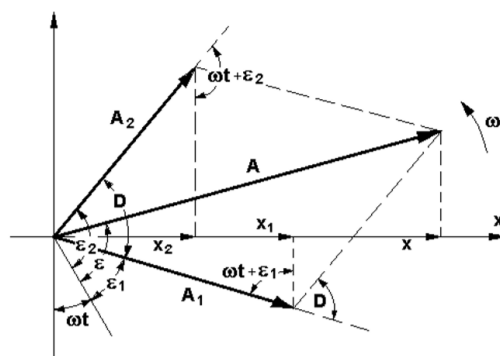
donde:

$$\vec{x} = \vec{x}_1 + \vec{x}_2$$

$$\vec{x} = A_1 \text{Sen}(\omega t + \varepsilon_1) \vec{i} + A_2 \text{Sen}(\omega t + \varepsilon_2) \vec{i}$$

cuyo resultado es:

$$\vec{x} = A \text{Sen}(\omega t + \varepsilon) \vec{i}$$



Gráfica 3.17

Fuente: Avecillas, A. (2007). *Oscilaciones y Ondas*. Cuenca.

Ayudados por la gráfica 3.17 del diagrama de vectores rotatorios se tiene que:

Por la ley de los cosenos:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 - 2A_1A_2\cos(\pi - D)} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos D}$$

(con $D = |\varepsilon_2 - \varepsilon_1|$)

y:

$$\varepsilon = \tan^{-1} \frac{A_1 \text{Sen } \varepsilon_1 + A_2 \text{Sen } \varepsilon_2}{A_1 \text{Cos } \varepsilon_1 + A_2 \text{Cos } \varepsilon_2}$$

Ejercicio modelo

Halle la resultante de la superposición de las siguientes oscilaciones lineales y compare los resultados con la maqueta presentada en clase.

$$\vec{x}_1 = 10 \text{ Sen } 0,3t \vec{i} \quad \& \quad \vec{x}_2 = 6 \text{ Sen}(0,3t - \pi/6) \vec{i}$$

Solución:

Datos

$$A_1 = 10 \text{ m} \quad \varepsilon_1 = 0 \text{ rad} \quad A_2 = 6 \text{ m} \quad \varepsilon_2 = -\pi/6 \text{ rad} \quad \omega = 0,3 \text{ rad/s}$$

Procedimiento

$$D = |\varepsilon_2 - \varepsilon_1| = |-\pi/6 - 0| = \pi/6 \text{ rad}$$

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos D} = \sqrt{10^2 + 6^2 + 2 \cdot 10 \cdot 6 \cos \pi/6} = 15,489 \text{ m}$$

$$\varepsilon = \tan^{-1} \frac{A_1 \text{Sen } \varepsilon_1 + A_2 \text{Sen } \varepsilon_2}{A_1 \text{Cos } \varepsilon_1 + A_2 \text{Cos } \varepsilon_2} = \tan^{-1} \frac{10 \text{ Sen } 0 + 6 \text{ Sen } (-\pi/6)}{10 \text{ Cos } 0 + 6 \text{ Cos } (-\pi/6)} = -0,195 \text{ rad}$$

$$\vec{x} = A \text{Sen}(\omega t + \varepsilon) \vec{i}$$

$$\vec{x} = 15,489 \text{ Sen}(0,3t - 0,195) \vec{i}$$

CONSOLIDACIÓN

1. Actividad individual en clase.



- a) Escriba las partes (magnitud) de las ecuaciones de las oscilaciones superpuestas y la oscilación resultante.

$$\vec{x}_1 = A_1 \text{Sen}(\omega t + \varepsilon_1) \vec{i}$$
$$\vec{x}_2 = A_2 \text{Sen}(\omega t + \varepsilon_2) \vec{i}$$
$$\vec{x} = A \text{Sen}(\omega t + \varepsilon) \vec{i}$$

- b) Resuelva, en su cuaderno de ejercicios, el siguiente problema:

- 1- Halle la resultante de la superposición de las dos siguientes oscilaciones lineales:

$$\vec{x}_1 = 3 \text{Sen}(5t + \pi/2) \vec{i} \text{ \& } \vec{x}_2 = 6 \text{Sen}(5t - \pi/4) \vec{i}.$$

Solución:

Datos

$$A_1 = 3 \text{ m} \quad \varepsilon_1 = \pi/2 \text{ rad} \quad A_2 = 6 \text{ m} \quad \varepsilon_2 = -\pi/4 \text{ rad} \quad \omega = 5 \text{ rad/s}$$

Procedimiento

$$D = |\varepsilon_2 - \varepsilon_1| = |\pi/2 - (-\pi/4)| = 3\pi/4 \text{ rad}$$

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos D} = \sqrt{3^2 + 6^2 + 2 \cdot 3 \cdot 6 \cos 3\pi/4} = 4,421 \text{ m}$$

$$\varepsilon = \text{Tan}^{-1} \frac{A_1 \text{Sen} \varepsilon_1 + A_2 \text{Sen} \varepsilon_2}{A_1 \cos \varepsilon_1 + A_2 \cos \varepsilon_2} = \text{Tan}^{-1} \frac{3 \text{Sen} \pi/2 + 6 \text{Sen} (-\pi/4)}{3 \cos \pi/2 + 6 \cos (-\pi/4)}$$

$$\varepsilon = -0,285 \text{ rad}$$

$$\vec{x} = A \text{Sen}(\omega t + \varepsilon) \vec{i}$$

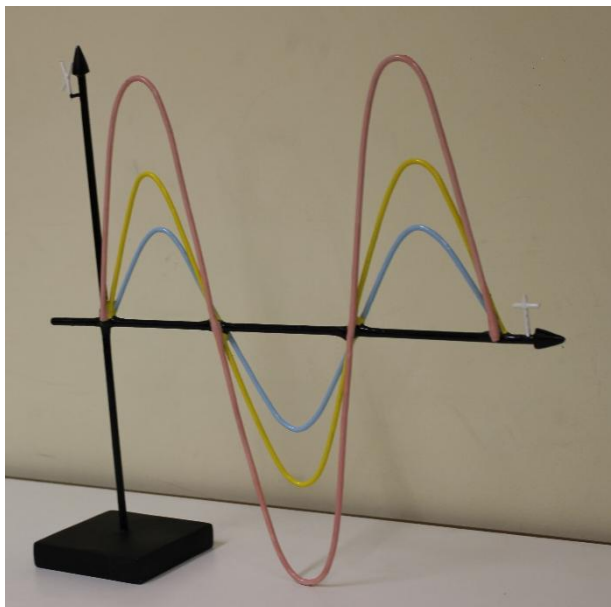
$$\vec{x} = 4,421 \text{Sen}(5t - 0,285) \vec{i}$$

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

INTERFERENCIA CONSTRUCTIVA

TEMAS QUE CUBRE

Superposición de dos MAS de igual dirección e igual frecuencia cíclica temporal



Gráfica 3.12: Interferencia Constructiva
Fuente: Autoría propia

Tabla 3.6

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL | | | | |
|--------------------------|-------------------------|----------|----------|-----------------------|
| Elemento | Material | Color | Cantidad | Representa |
| Ejes | Alambre galvanizado #6 | Negro | 1 | Eje t Eje x |
| Curva 1 | Alambre galvanizado #10 | Celeste | 1 | Oscilación 1 |
| Curva 2 | Alambre galvanizado #10 | Amarillo | 1 | Oscilación 2 |
| Curva 3 | Alambre galvanizado #8 | Rosado | 1 | Oscilación Resultante |

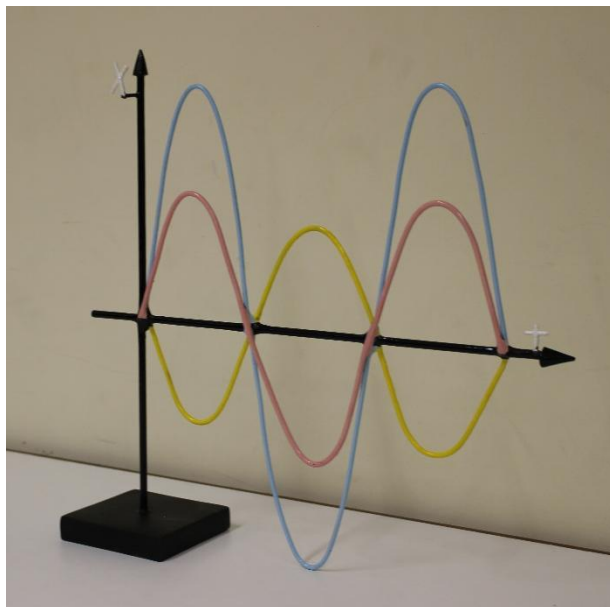
Fuente: Autoría propia

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

INTERFERENCIA DESTRUCTIVA

TEMAS QUE CUBRE

Superposición de dos MAS de igual dirección e igual frecuencia cíclica temporal



Gráfica 3.18: Interferencia destructiva
Fuente: Autoría propia

Tabla 3.7

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL | | | | |
|--------------------------|-------------------------|----------|----------|-----------------------|
| Elemento | Material | Color | Cantidad | Representa |
| Ejes | Alambre galvanizado #6 | Negro | 1 | Eje t Eje x |
| Curva 1 | Alambre galvanizado #10 | Celeste | 1 | Oscilación 1 |
| Curva 2 | Alambre galvanizado #10 | Amarillo | 1 | Oscilación 2 |
| Curva 3 | Alambre galvanizado #8 | Rosado | 1 | Oscilación Resultante |

Fuente: Autoría propia

GUÍA DE USO PARA EL DOCENTE

INTERFERENCIA CONSTRUCTIVA Y DESTRUCTIVA

Objetivo: Conocer y aprender el proceso de superposición de este tipo de MAS para determinar el movimiento resultante en los casos especiales de $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$ y $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 \pm \pi$.

ANTICIPACIÓN

1. **Presentar el video tutorial: “Interferencia Destructiva y Constructiva- animación”,**
<https://www.youtube.com/watch?v=SUcPNXDVm6Y>.
2. **A partir del video, señalar con una X la respuesta correcta a las siguientes preguntas:**
 - ¿En el caso de Interferencia Constructiva la amplitud de la oscilación resultante?
Aumenta ☐ Disminuye ☐
 - ¿En el caso de Interferencia Destructiva la amplitud de la oscilación resultante?
Aumenta ☐ Disminuye ☐

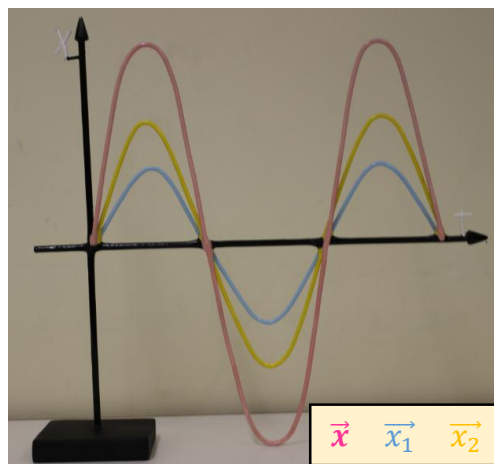
CONSTRUCCIÓN

ACTIVIDADES

1. Coordinar una lectura en parejas del contenido científico.
2. Utilizar material didáctico

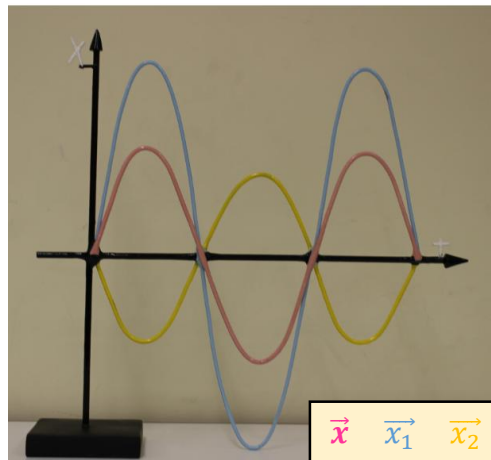
Procedimiento

- a. *Mostrar en la maqueta de **Interferencia Constructiva**, las amplitudes de las dos oscilaciones superpuestas y sus respectivas fases. Gráfica 3.19.*
- b. *Demostrar que las fases iniciales ε_1 y ε_2 son iguales.*
- c. *Ayudados del previo estudio del contenido científico, recalcar que para determinar la amplitud del movimiento resultante las amplitudes se suman y su fase inicial es la misma que la de las oscilaciones superpuestas.*



Gráfica 3.19
Fuente: Autoría propia

- d. *Mostrar en la maqueta de **Interferencia Destructiva** las amplitudes de las dos oscilaciones superpuestas y sus respectivas fases. Gráfica 3.20.*
- e. *Demostrar que las fases iniciales ε_1 y ε_2 varían más-menos π rad o 180° .*
- f. *Ayudados del previo estudio del contenido científico, recalcar que para determinar la amplitud del movimiento resultante se toma el valor absoluto de la resta de las amplitudes y en la fase inicial se toma el valor de la fase inicial de la oscilación superpuesta de mayor amplitud.*



Gráfica 3.20
Fuente: Autoría propia

CONTENIDO CIENTÍFICO

En la superposición de dos MAS de igual dirección e igual frecuencia cíclica temporal se presentan tres subcasos especiales, dos de ellos son los siguientes:

a. $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$

En este caso $D = 0$ y se produce “interferencia constructiva”

$$\vec{x} = A \text{Sen}(\omega t + \varepsilon) \vec{i}; \text{ con } A = A_1 + A_2 \quad \text{y} \quad \varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2$$

b. $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 \pm \pi$

En este caso $D = \pm \pi$ y se produce “interferencia destructiva”:

$$\vec{x} = A \text{Sen}(\omega t + \varepsilon) \vec{i}; \text{ con } A = |A_1 - A_2| \quad \text{y} \quad \varepsilon = \begin{cases} \varepsilon_1 & \text{si } A_1 > A_2 \\ \varepsilon_2 & \text{si } A_1 < A_2 \end{cases}$$

Ejercicio modelo

Halle la resultante de la superposición de las siguientes oscilaciones:

$$\vec{x}_1 = 2 \text{Sen}(0,4t + \pi/2) \vec{i} \quad \text{y} \quad \vec{x}_2 = 4 \text{Sen}(0,4t + \pi/2) \vec{i}$$

Solución:

Datos

$$A_1 = 2 \text{ m} \quad \varepsilon_1 = \pi/2 \text{ rad} \quad A_2 = 4 \text{ m} \quad \varepsilon_2 = \pi/2 \text{ rad} \quad \omega = 0,4 \text{ rad/s}$$

Procedimiento

$$D = |\varepsilon_2 - \varepsilon_1| = |\pi/2 - \pi/2| = 0 \text{ rad} \quad (\text{Interferencia Constructiva})$$

$$A = A_1 + A_2 = 2 + 4 = 6 \text{ m}$$

$$\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \pi/2 \text{ rad}$$

$$\vec{x} = A \text{Sen}(\omega t + \varepsilon) \vec{i}$$

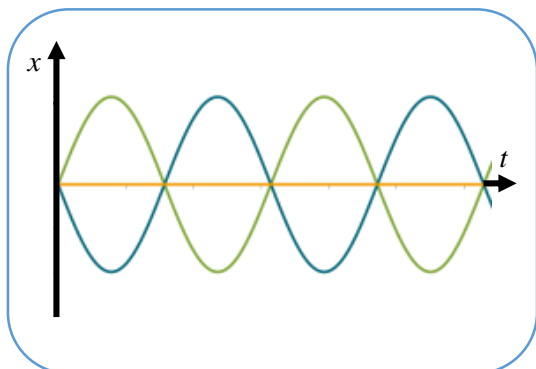
$$\vec{x} = 6 \text{Sen}(0,4t + \pi/2) \vec{i}$$

CONSOLIDACIÓN

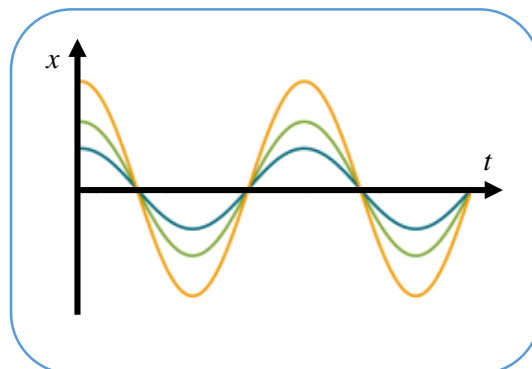


1. Actividad individual en clase.

- a) Analice las siguientes gráficas e identifique el tipo de interferencia (Constructiva o destructiva).



Fuente: <https://www.merus.es/funcion/>



Fuente: <https://www.merus.es/funcion/>

Interferencia destructiva

Interferencia constructiva

- b) Resuelva en su cuaderno de ejercicios, el siguiente problema:

- 1- Halle la resultante de la superposición de las siguientes oscilaciones:

$$\vec{x}_1 = 4 \text{ Sen } 0,2t \vec{i} \quad \text{y} \quad \vec{x}_2 = 2 \text{ Sen}(0,2t - \pi) \vec{i}$$

Solución:

Datos

$$A_1 = 4 \text{ m} \quad \varepsilon_1 = 0 \text{ rad} \quad A_2 = 2 \text{ m} \quad \varepsilon_2 = -\pi \text{ rad} \quad \omega = 0,2 \text{ rad/s}$$

Procedimiento

$$D = |\varepsilon_2 - \varepsilon_1| = |\pi - 0| = \pi \text{ rad} \quad (\text{Interferencia Destructiva})$$

$$A = |A_1 - A_2| = |4 - 2| = 2 \text{ m}$$

$$\varepsilon = \begin{cases} \varepsilon_1 & \text{si } A_1 > A_2 \\ \varepsilon_2 & \text{si } A_1 < A_2 \end{cases} \quad \checkmark$$

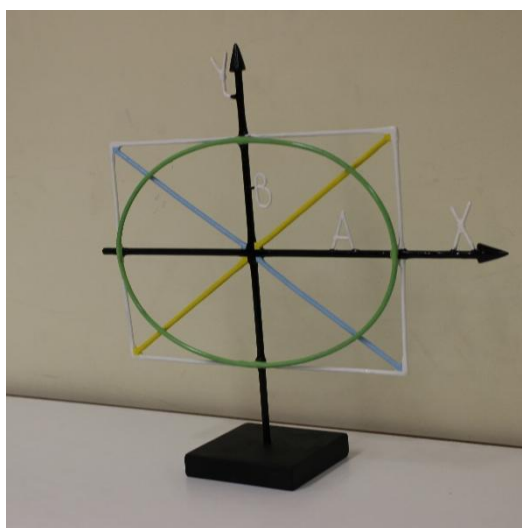
$$\varepsilon = \varepsilon_1 = 0 \text{ rad}$$

$$\vec{x} = A \text{ Sen}(\omega t + \varepsilon) \vec{i}$$

$$\vec{x} = 2 \text{ Sen } 0,4t \vec{i}$$

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO
MOVIMIENTO PLANO DE UNA PARTÍCULA PERTURBADA POR DOS MAS PERPENDICULARES
TEMAS QUE CUBRE

Superposición de dos MAS perpendiculares de igual frecuencia cíclica temporal



Gráfica 3.21: Movimiento plano de una partícula perturbada por dos MAS perpendiculares

Fuente: Autoría propia

Tabla 3.8

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL | | | | |
|--------------------------|-------------------------|----------|----------|---|
| Elemento | Material | Color | Cantidad | Representa |
| Ejes | Alambre galvanizado #6 | Negro | 1 | Eje X Eje Y |
| Diagonal 1 | Alambre galvanizado #8 | Amarillo | 2 | MAS en el caso especial $\varepsilon = 0$ |
| Diagonal 2 | Alambre galvanizado #8 | Celeste | 2 | MAS en el caso especial $\varepsilon = \pi$ |
| Elipse | Alambre galvanizado #8 | Verde | 1 | MAS en los casos especiales $\varepsilon = \pi/2$ & $\varepsilon = 3\pi/2$ |
| Rectángulo | Alambre galvanizado #10 | Blanco | 1 | Límite del movimiento resultante |

Fuente: Autoría propia

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO
MOVIMIENTO RESULTANTE S. DE MAS P. DE IGUAL ω
TEMAS QUE CUBRE

Superposición de dos MAS perpendiculares de igual frecuencia cíclica temporal



Gráfica 3.22: Movimiento resultante S. de MAS P. de igual ω

Fuente: Autoría propia

Tabla 3.9

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL | | | | |
|--------------------------|------------------------|--------|----------|-----------------------|
| Elemento | Material | Color | Cantidad | Representa |
| Ejes | Alambre galvanizado #6 | Negro | 1 | Eje X Eje Y |
| Elipse | Alambre galvanizado #8 | Blanco | 1 | Movimiento resultante |

Fuente: Autoría propia

GUÍA DE USO PARA EL DOCENTE

SUPERPOSICIÓN DE DOS MAS PERPENDICULARES DE IGUAL FRECUENCIA CÍCLICA TEMPORAL

Objetivo: Aprender la mecánica de este tipo de superposición de oscilaciones. Realizar las actividades propuestas.

ANTICIPACIÓN

1. Actividad grupal previa (Grupos de 3)

- a) Recordatorio de las siguientes expresiones de trigonometría:

Relaciones fundamentales:

$$\text{Sen}^2\alpha + \text{Cos}^2\alpha = 1$$

Relaciones entre las razones trigonométricas:

$$\text{Sen}(\alpha \pm \pi) = -\text{Sen} \alpha \quad \& \quad \text{Sen}(\alpha \pm \pi/2) = \text{Cos} \alpha$$

- b) Resuelva los problemas planteados, según las indicaciones

Teniendo en cuenta las expresiones: $x = A \text{Sen} \omega t$ & $y = B \text{Sen}(\omega t + \varepsilon)$

- Con $\varepsilon = 0$; expresar la ecuación resultante partiendo de $\frac{x}{y}$.

Solución: $y = \frac{B}{A} x$

- Con $\varepsilon = \pi$; expresar la ecuación resultante partiendo de $\frac{x}{y}$.

Solución: $y = -\frac{B}{A} x$

- Con $\varepsilon = \pi/2$; expresar la ecuación resultante partiendo de elevar al cuadrado las expresiones de x y y .

Solución: $\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} = 1$

- Con $\varepsilon = 3\pi/2$; expresar la ecuación resultante partiendo de elevar al cuadrado las expresiones de x y y .

Solución: $\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} = 1$

CONSTRUCCIÓN

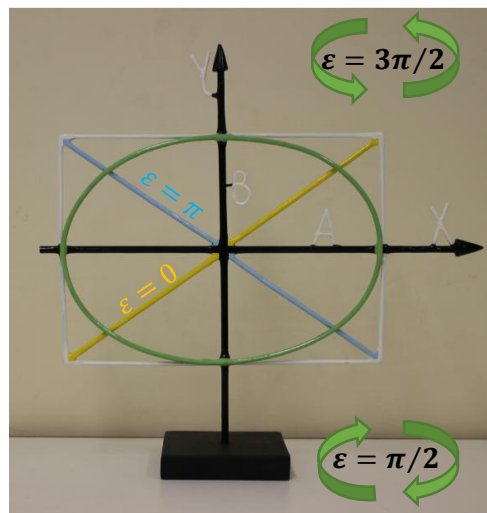
ACTIVIDADES

1. Comprobar la correcta resolución de las actividades de la anticipación.
2. Desarrollar una lectura compartida de la parte textual del contenido científico.

3. Utilizar material didáctico de un movimiento plano de una partícula perturbada por dos MAS perpendiculares a la par del cuadro del contenido científico y las actividades de anticipación. Gráfica 3.23.

Procedimiento

- a. Indicar que el movimiento resultante descrito por la partícula ocurrirá dentro de un rectángulo de base $2A$ y altura $2B$.
- b. Para $\varepsilon = 0$ indicar la correspondiente parte de la maqueta que corresponde (Diagonal amarilla).
- c. Para $\varepsilon = \pi$ indicar la correspondiente parte de la maqueta que corresponde (Diagonal celeste).
- d. Para $\varepsilon = \pi/2$ indicar la correspondiente parte de la maqueta que corresponde (elipse verde).
- e. Para $\varepsilon = 3\pi/2$ indicar la correspondiente parte de la maqueta que corresponde (elipse verde).
- f. Demostrar que las expresiones de la actividad de la anticipación y las definiciones del cuadro corresponden a cada uno de los cuatro casos especiales.



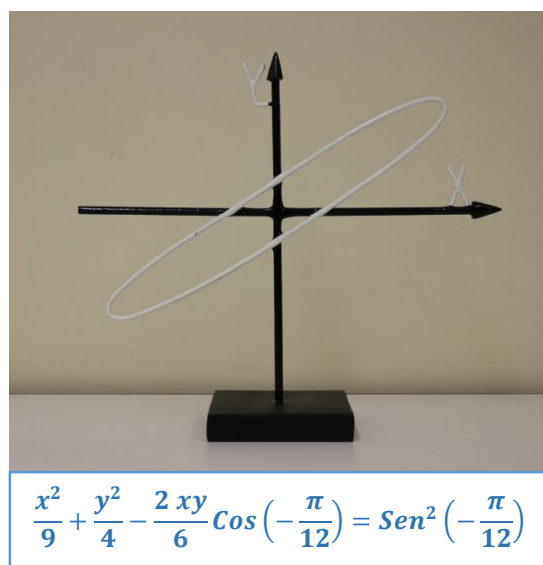
Gráfica 3.23

Fuente: Autoría propia

4. Utilizar el material didáctico movimiento resultante de la superposición de MAS perpendiculares. Gráfica 3.24.

Procedimiento

- a. Presentar el enunciado del ejercicio modelo.
- b. Señalar cuáles son las dos oscilaciones a superponerse y sus características.
- c. Desarrollar el ejercicio.
- d. Señalar el movimiento resultante de la superposición en la maqueta.



Gráfica 3.24

Fuente: Autoría propia

CONTENIDO CIENTÍFICO

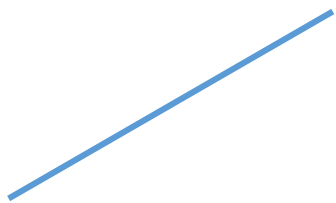
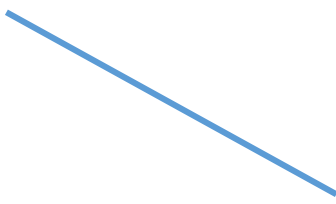
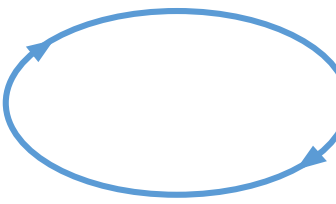
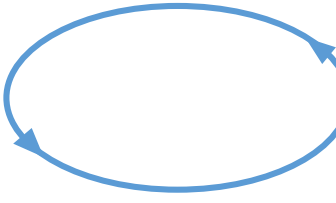
Analicemos ahora el movimiento plano que describe una partícula perturbada por dos MAS perpendiculares expresados mediante:

$$\vec{x} = A \text{ Sen } \omega t \vec{i} \quad \& \quad \vec{y} = B \text{ Sen}(\omega t + \varepsilon) \vec{j}$$

donde la elección del origen del tiempo se ha hecho de tal manera que la fase inicial del movimiento en X sea cero. En este caso, ε representa el desfase entre los dos movimientos perpendiculares. El movimiento resultante descrito por la partícula ocurrirá dentro de un rectángulo de base $2A$ y altura $2B$, teniendo la forma de alguna de las infinitas elipses contenidas dentro de dicho rectángulo y que pasan por los extremos definidos por las rectas PQ y RS. La forma y el sentido del recorrido de la partícula sobre la elipse obtenida dependen exclusivamente del desfase ε entre los dos movimientos.

En este tipo de superposición, analizaremos los cuatro casos especiales.

Tabla 3.10

| Diferencia de fase (ε) | Gráfica | Definiciones |
|--|---|--|
| <p>$\varepsilon = 0$</p> <p>$\vec{x} = A \text{ Sen } \omega t \vec{i}$ $\vec{y} = B \text{ Sen } \omega t \vec{j}$</p> |  | <p>$R = \sqrt{A^2 + B^2}$ $\vec{r} = R \text{ Sen } \omega t \vec{u}_r$</p> |
| <p>$\varepsilon = \pi = 180^\circ$</p> <p>$\vec{x} = A \text{ Sen } \omega t \vec{i}$ $\vec{y} = B \text{ Sen}(\omega t + \pi) \vec{j}$</p> |  | <p>$R = \sqrt{A^2 + B^2}$ $\vec{r} = R \text{ Sen } \omega t \vec{u}_r$</p> |
| <p>$\varepsilon = \pi/2 = 90^\circ$</p> <p>$\vec{x} = A \text{ Sen } \omega t \vec{i}$ $\vec{y} = B \text{ Sen}(\omega t + \pi/2) \vec{j}$</p> |  | <p>$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} = 1$</p> |
| <p>$\varepsilon = 3\pi/2 = 270^\circ$</p> <p>$\vec{x} = A \text{ Sen } \omega t \vec{i}$ $\vec{y} = B \text{ Sen}(\omega t + 3\pi/2) \vec{j}$</p> |  | <p>$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} = 1$</p> |

Fuente: Autoría propia

En el caso general para la superposición de dos MAS perpendiculares de igual frecuencia cíclica temporal: $\vec{x} = A \text{ Sen}(\omega t + \varepsilon_1) \vec{i}$ & $\vec{y} = B \text{ Sen}(\omega t + \varepsilon_2) \vec{j}$

La expresión de la resultante de esta superposición y que corresponde a todos los posibles movimientos elípticos es:

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} - \frac{2xy}{AB} \cos(\varepsilon_2 - \varepsilon_1) = \text{Sen}^2(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)$$

Ejercicio modelo

Se superponen las oscilaciones $\vec{x} = 3 \text{ Sen}(4t + \pi/4) \vec{i}$ & $\vec{y} = 2 \text{ Sen}(4t + \pi/6) \vec{j}$.

Determine la ecuación del movimiento resultante y construya su gráfica.

Solución:

Datos

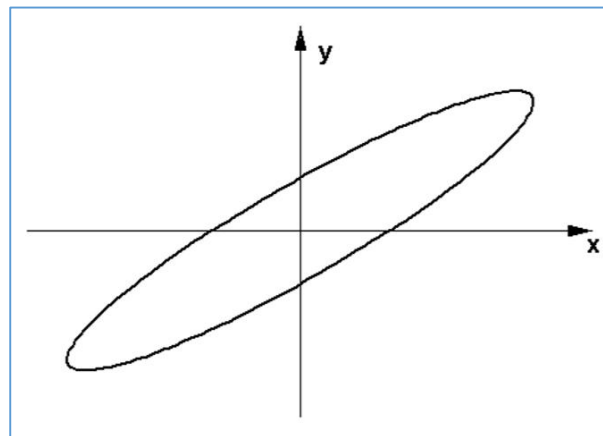
$$A = 3 \text{ m} \quad \varepsilon_1 = \pi/4 \text{ rad} \quad B = 2 \text{ m} \quad \varepsilon_2 = \pi/6 \text{ rad} \quad \omega = 4 \text{ rad/s}$$

Procedimiento

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} - \frac{2xy}{AB} \cos(\varepsilon_2 - \varepsilon_1) = \text{Sen}^2(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)$$

$$\frac{x^2}{3^2} + \frac{y^2}{2^2} - \frac{2xy}{3 \cdot 2} \cos\left(\frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{4}\right) = \text{Sen}^2\left(\frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{4}\right)$$

$$\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} - \frac{2xy}{6} \cos\left(-\frac{\pi}{12}\right) = \text{Sen}^2\left(-\frac{\pi}{12}\right)$$



Fuente: Avecillas, A. (2007). *Oscilaciones y Ondas*. Cuenca.

CONSOLIDACIÓN



1. Actividad grupal en clase (Grupos de 3).

a) Resuelva, en su cuaderno de ejercicios, los siguientes problemas:

- 1- Se superponen las oscilaciones $\vec{x} = 4 \text{ Sen } 2t \vec{i}$ & $\vec{y} = 6 \text{ Sen}(2t + 3\pi/2) \vec{j}$.

Determine la ecuación del movimiento resultante.

Solución:

Datos

$$A = 4 \text{ m} \quad B = 6 \text{ m} \quad \varepsilon = \pi/6 \text{ rad} \quad \omega = 2 \text{ rad/s}$$

Procedimiento

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} = 1 \quad ; \quad \frac{x^2}{4^2} + \frac{y^2}{6^2} = 1 \quad ; \quad \frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{36} = 1$$

- 2- Se superponen los MAS $\vec{x} = \text{Sen}(2t + \pi/9) \vec{i}$ & $\vec{y} = 4 \text{ Sen}(2t + \pi/3) \vec{j}$.

Determine la ecuación del movimiento resultante y construya su gráfica.

Solución:

Datos

$$A = 1 \text{ m} \quad \varepsilon_1 = \pi/9 \text{ rad}$$

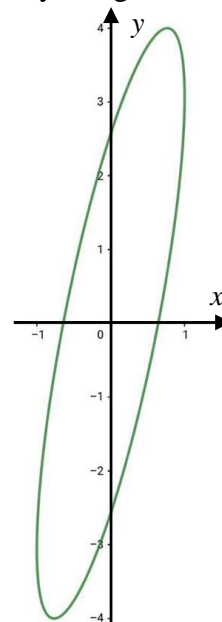
$$B = 4 \text{ m} \quad \varepsilon_2 = \pi/3 \text{ rad} \quad \omega = 2 \text{ rad/s}$$

Procedimiento

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} - \frac{2xy}{AB} \cos(\varepsilon_2 - \varepsilon_1) = \text{Sen}^2(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)$$

$$\frac{x^2}{1^2} + \frac{y^2}{4^2} - \frac{2xy}{1 \cdot 4} \cos\left(\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{9}\right) = \text{Sen}^2\left(\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{9}\right)$$

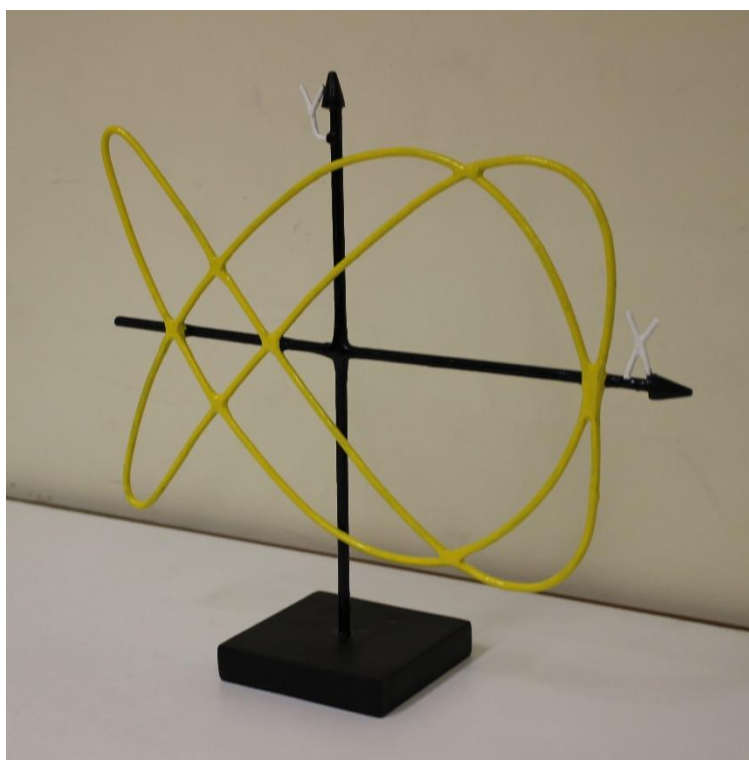
$$x^2 + \frac{y^2}{16} - \frac{2xy}{4} \cos\left(-\frac{2\pi}{9}\right) = \text{Sen}^2\left(-\frac{2\pi}{9}\right)$$



Fuente: Autoría propia

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO
IMAGEN DE LISSAJOUS
TEMAS QUE CUBRE

Superposición de dos MAS perpendiculares de diferentes frecuencias cíclicas temporales



Gráfica 3.25: Imagen de Lissajous

Fuente: Autoría propia

Tabla 3.11

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL | | | | |
|--------------------------|------------------------|----------|----------|----------------------|
| Elemento | Material | Color | Cantidad | Representa |
| Ejes | Alambre galvanizado #6 | Negro | 1 | Eje x Eje y |
| Curva | Alambre galvanizado #8 | Amarillo | 1 | Gráfica de Lissajous |

Fuente: Autoría propia

GUÍA DE USO PARA EL DOCENTE**SUPERPOSICIÓN DE DOS MAS PERPENDICULARES DE DIFERENTES FRECUENCIAS CÍCLICAS TEMPORALES**

Objetivo: Indicar la rutina de este tipo de superposición de oscilaciones, así como el método gráfico de Lissajous.

ANTICIPACIÓN**1. Revisión biográfica:**

LISSAJOUS, JULES (1822 a 1880). Físico francés. Inventó un medidor óptico y un telégrafo óptico y estudió las vibraciones elásticas y la composición de movimientos vibratorios. A él debemos el método gráfico de la superposición de oscilaciones no paralelas de diferentes frecuencias, cuyas curvas se denominan imágenes de Lissajous, las cuales representan el recorrido geométrico que describe la partícula perturbada por tales oscilaciones.

**CONSTRUCCIÓN
ACTIVIDADES****1. Utilizar material didáctico.****Procedimiento**

- Introducción al nuevo tema.*
- Desarrollar el contenido científico a la par con el ejercicio modelo.*
- Presentar el ejercicio modelo y desarrollarlo de acuerdo a los pasos del método gráfico de Lissajous.*
- Indicar el material didáctico, **Figura de Lissajous** (gráfica 3.25) para; indicar la relación de puntos de tangencia de la curva y el rectángulo; el sentido del movimiento.*
- Con el apoyo del cuadro de **Otros tipos de figuras de Lissajous**, pedir la participación de los estudiantes para recrear a cuál de ellos se asemeja la figura presentada en el material didáctico.*

CONTENIDO CIENTÍFICO

Se trata de un caso inclusive más frecuente que el anterior en el mundo real. Sean las oscilaciones $\vec{x} = A \text{ Sen}(\omega_1 t + \varepsilon_1) \vec{i}$ & $\vec{y} = B \text{ Sen}(\omega_2 t + \varepsilon_2) \vec{j}$. El movimiento resultante ocurrirá sobre una muy compleja curva en el plano, cuya ecuación vectorial es:

$$\vec{r} = A \text{ Sen} (\omega_1 t + \varepsilon_1) + B \text{ Sen} (\omega_2 t + \varepsilon_2)$$

El físico francés Lissajous desarrolló un método gráfico para realizar este tipo de superposición de oscilaciones, el cual implica la siguiente rutina:

1- En la parte superior derecha de una hoja se dibuja un rectángulo de base $2A$ y altura $2B$; se prolongan hacia la izquierda las dos bases y hacia abajo las dos alturas.

2- Se traza una recta horizontal por el centro de las paralelas horizontales y otra vertical por el centro de las paralelas verticales. Desde posiciones adecuadas se levantan sendas perpendiculares y desde las intersecciones se trazan circunferencias que queden inscritas dentro de las respectivas paralelas.

3- Se dibujan \vec{x} y \vec{y} a partir del centro de las circunferencias inferior y superior, respectivamente. Se marcan los puntos R de referencia: el de abajo en la circunferencia inferior y el de la derecha en la circunferencia superior. A partir de ellos se marcan las fases iniciales: ε_1 en la inferior y ε_2 en la superior, con lo que se obtienen los puntos 1 en cada circunferencia. A partir de ellos se subdividen las circunferencias en sentido antihorario: en ω_1 partes iguales la superior y en ω_2 partes iguales la inferior.

4- Por cada una de las subdivisiones se levantan rectas paralelas, verticales y horizontales, hasta que se intersecten dentro del rectángulo de base $2A$ y altura $2B$.

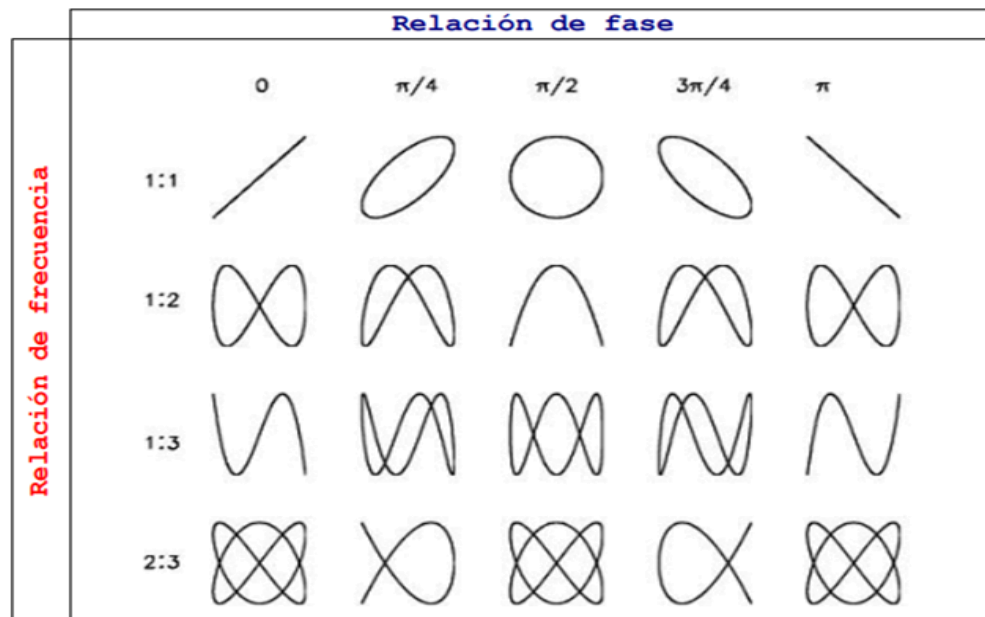
5- Se prepara una tabla de tres columnas: en la primera van reiteradamente las divisiones de la circunferencia \vec{x} , en la segunda las de la circunferencia \vec{y} , hasta que se repita el par $(1; 1)$, en la tercera se coloca algún nombre para cada uno de los pares $(x; y)$.

6- Se identifican los pares $(x; y)$ sobre las intersecciones respectivas de las rectas horizontales y verticales antes trazadas.

7- Con un trazo continuo y suave, sin salir del rectángulo, se juntan ordenadamente los puntos anteriores obteniendo la imagen de Lissajous; sobre ella se dibujan unas pequeñas saetas que muestren el sentido del movimiento.

NOTAS: La relación ω_2/ω_1 es igual a la relación entre el número de puntos de tangencia de la curva y el rectángulo: base/altura.

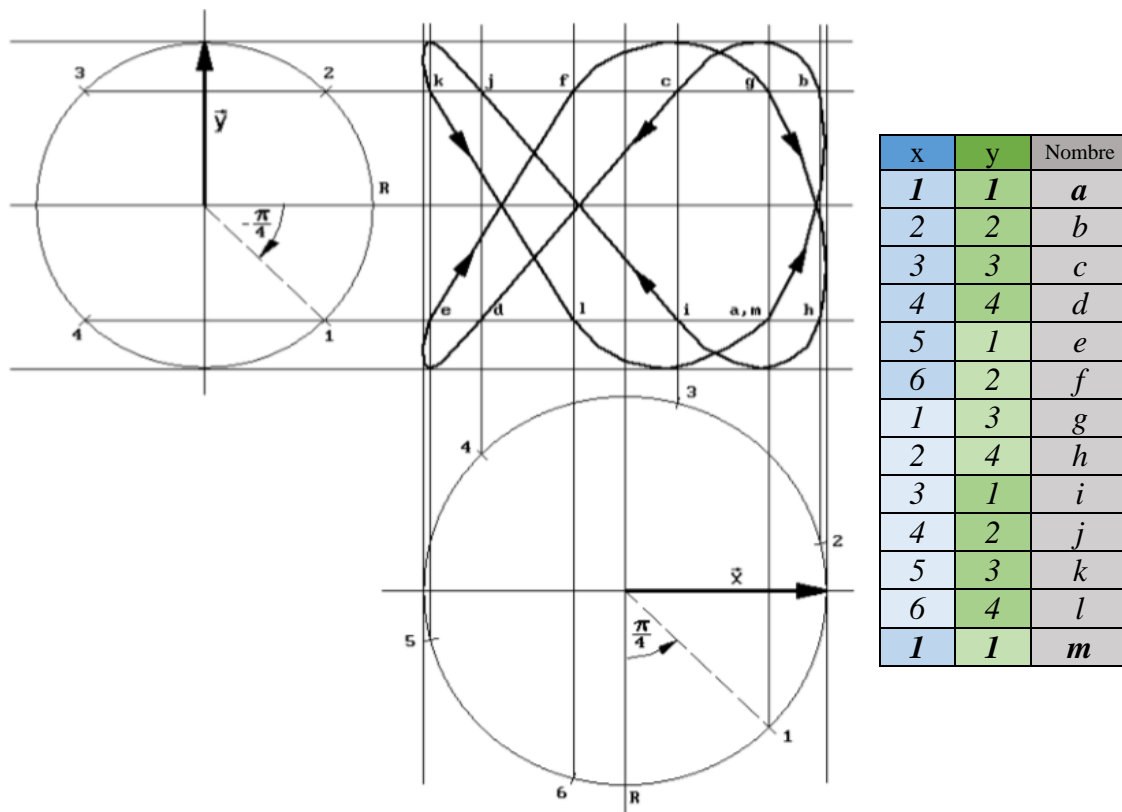
Otros tipos de figuras de Lissajous:



Fuente: Bolaños, D. (2015). *Figuras de Lissajous*.

Ejercicio modelo

Una partícula vibra bajo la acción de $\vec{x} = 7 \text{ Sen}(4t + \pi/4) \vec{i}$ & $\vec{y} = 5 \text{ Sen}(6t - \pi/4) \vec{j}$. Construya la gráfica del movimiento resultante.



Fuente: Avecillas, A. (2007). *Oscilaciones y Ondas*. Cuenca.

CONSOLIDACIÓN



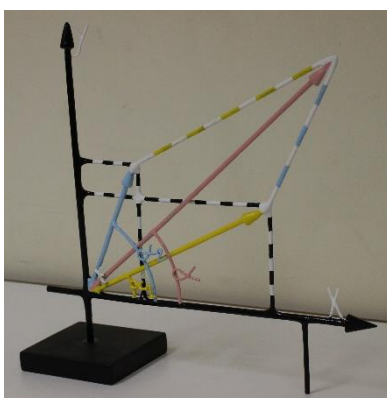
1. Actividad individual en clase.

a) Complete, según el ejercicio modelo:

- 1- Los puntos de tangencia de la curva y el rectángulo en la base son..... y en la altura son..... .
- 2- La base del rectángulo es igual a..... y el de la altura es..... .

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO
VECTORES OSCILANTES (Direcciones arbitrarias)
TEMAS QUE CUBRE

Superposición de dos MAS de direcciones arbitrarias y diferentes frecuencias cíclicas temporales



Gráfica 3.26: Vectores oscilantes
Fuente: Autoría propia

Tabla 3.12

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL | | | | |
|--------------------------|-------------------------|-----------------|----------|--|
| Elemento | Material | Color | Cantidad | Representa |
| Ejes | Alambre galvanizado #6 | Negro | 1 | Eje X Eje Y |
| Diagonal 1 | Alambre galvanizado #8 | Amarillo | 1 | Vector \vec{r}_1 |
| Diagonal 2 | Alambre galvanizado #8 | Celeste | 1 | Vector \vec{r}_2 |
| Diagonal 3 | Alambre galvanizado #8 | Rosado | 1 | Vector resultante \vec{r} |
| Diagonal 4 | Alambre galvanizado #10 | Amarillo-blanco | 1 | Paralela del vector \vec{r}_1 |
| Diagonal 5 | Alambre galvanizado #10 | Celeste-blanco | 1 | Paralela del vector \vec{r}_2 |
| Líneas | Alambre galvanizado #10 | Negro-blanco | 1 | Líneas de proyección para los vectores |

Fuente: Autoría propia

GUÍA DE USO PARA EL DOCENTE

SUPERPOSICIÓN DE DOS MAS DE DIRECCIONES ARBITRARIAS Y DIFERENTES FRECUENCIAS CÍCLICAS TEMPORALES

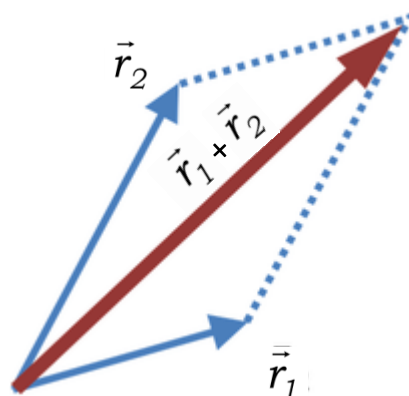
Objetivo: Aprender los métodos vectoriales para la superposición de oscilaciones de direcciones arbitrarias.

ANTICIPACIÓN

1. Recordatorio previo:

SUMA DE VECTORES: REGLA DEL PARALELOGRAMO

Se toman como representantes dos vectores con el origen en común, se trazan rectas paralelas a los vectores obteniéndose un paralelogramo cuya diagonal coincide con la suma de los vectores.



Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/3d/Vector_parallelgram.PNG/200px-Vector_parallelgram.PNG

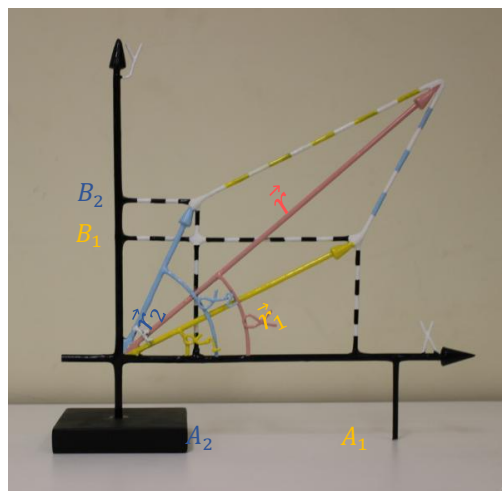
CONSTRUCCIÓN

ACTIVIDADES

1. Presentar el contenido científico.
2. Utilizar material didáctico.

Procedimiento

- a. Presentar a los estudiantes el material didáctico **Vectores Oscilantes**. Gráfica 3.26.
- b. Indicar cada uno de los vectores oscilantes \vec{r}_1 y \vec{r}_2 .
- c. Guiar a los estudiantes utilizando el material didáctico durante la definición de \vec{r} , α_1 , α_2 , α y ε .



Gráfica 3.27

Fuente: Autoría propia

CONTENIDO CIENTÍFICO

Aquí se pretende indicar cómo superponer dos MAS de direcciones arbitrarias, dadas por los vectores oscilantes \vec{r}_1 y \vec{r}_2 . El movimiento resultante ocurre sobre una curva plana, cerrada o no, semejante a una imagen de Lissajous “cizallada” un ángulo $\pi/2 - \varepsilon$ con respecto a \vec{r}_1 y contenida dentro de un paralelogramo oblicuo cuya diagonal está inclinada un ángulo α de lados paralelos a \vec{r}_1 y \vec{r}_2 y de longitudes $2\vec{r}_1$ y $2\vec{r}_2$.

Sean las oscilaciones:

$$\vec{r}_1 = (A_1\vec{i} + B_1\vec{j}) \text{ Sen}(\omega_1 t + \varepsilon_1) \quad \& \quad \vec{r}_2 = (A_2\vec{i} + B_2\vec{j}) \text{ Sen}(\omega_2 t + \varepsilon_2)$$

La resultante es:

$$\vec{r} = \vec{r}_1 + \vec{r}_2$$

es decir:

$$\vec{r} = [A_1 \sin(\omega_1 t + \varepsilon_1) + A_2 \sin(\omega_2 t + \varepsilon_2)]\vec{i} + [B_1 \sin(\omega_1 t + \varepsilon_1) + B_2 \sin(\omega_2 t + \varepsilon_2)]\vec{j}$$

Basándose en la *gráfica 3.27*:

Las direcciones de los vectores \vec{r}_1 y \vec{r}_2 se definen respectivamente mediante:

$$\alpha_1 = \text{Tan}^{-1} \frac{B_1}{A_1} \quad \text{y} \quad \alpha_2 = \text{Tan}^{-1} \frac{B_2}{A_2}$$

de tal manera que el desfase entre \vec{r}_1 y \vec{r}_2 es: $\varepsilon = |\alpha_1 - \alpha_2|$

y la inclinación α de la diagonal del paralelogramo es: $\alpha = \tan^{-1} \frac{r_1 \text{ Sen} \alpha_1 + r_2 \text{ Sen} \alpha_2}{r_1 \text{ Cos} \alpha_1 + r_2 \text{ Cos} \alpha_2}$

Ejercicio modelo

Una partícula se mueve bajo la acción de las oscilaciones arbitrarias $\vec{r}_1 = (6\vec{i} + 2\vec{j}) \text{ Sen}(3t)$ & $\vec{r}_2 = (2\vec{i} + 5\vec{j}) \text{ Sen}(4t + \pi)$. Calcular a) la resultante, b) las direcciones de los vectores y c) el desfase entre los vectores.

Solución:

Datos

$$A_1 = 6 \text{ m} \quad B_1 = 2 \text{ m} \quad A_2 = 2 \text{ m} \quad B_2 = 5 \text{ m}$$

$$\omega_1 = 3 \text{ rad/s} \quad \omega_2 = 4 \text{ rad/s} \quad \varepsilon_1 = 0 \text{ rad} \quad \varepsilon_2 = \pi \text{ rad}$$

Procedimiento

$$\text{a) } \vec{r} = [A_1 \text{ Sen}(\omega_1 t + \varepsilon_1) + A_2 \text{ Sen}(\omega_2 t + \varepsilon_2)]\vec{i} + [B_1 \text{ Sen}(\omega_1 t + \varepsilon_1) + B_2 \text{ Sen}(\omega_2 t + \varepsilon_2)]\vec{j}$$

$$\vec{r} = [6 \text{ Sen}(3t) + 2 \text{ Sen}(4t + \pi)]\vec{i} + [2 \text{ Sen}(3t) + 5 \text{ Sen}(4t + \pi)]\vec{j}$$

$$\text{b) } \alpha_1 = \text{Tan}^{-1} \frac{B_1}{A_1} = \text{Tan}^{-1} \frac{2}{6} = 0,322 \text{ rad}$$

$$\alpha_2 = \text{Tan}^{-1} \frac{B_2}{A_2} = \text{Tan}^{-1} \frac{5}{2} = 1,100 \text{ rad}$$

$$\text{c) } \varepsilon = |\alpha_1 - \alpha_2| = |0,322 - 1,100| = 0,778 \text{ rad}$$

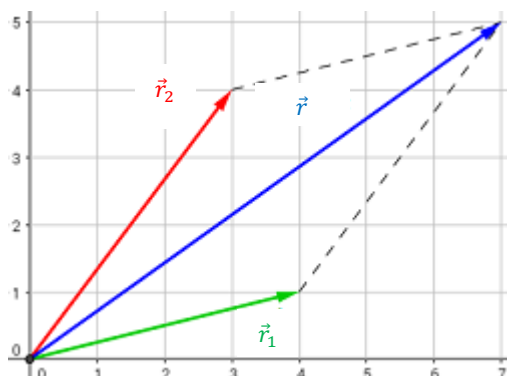
CONSOLIDACIÓN



1. Actividad grupal en clase (Grupos de 3).

a) Resuelva, en su cuaderno de ejercicios, los siguientes problemas:

1- De los vectores oscilantes de la siguiente grafica calcular sus direcciones α_1 y α_2 .



Fuente: https://www.matesfacil.com/ESO/geometria_plana/vectores/vector0-2.png

Solución:

Datos

$$A_1 = 4 \text{ m}$$

$$B_1 = 1 \text{ m}$$

$$A_2 = 3 \text{ m}$$

$$B_2 = 4 \text{ m}$$

Procedimiento

$$\alpha_1 = \tan^{-1} \frac{B_1}{A_1} = \tan^{-1} \frac{1}{4} = 0,245 \text{ rad}$$

$$\alpha_2 = \tan^{-1} \frac{B_2}{A_2} = \tan^{-1} \frac{4}{3} = 0,927 \text{ rad}$$

2- Una partícula se mueve bajo la acción de las oscilaciones arbitrarias $\vec{r}_1 = (4\vec{i} + 2\vec{j}) \text{ Sen}(4t - \pi/2)$ & $\vec{r}_2 = (2\vec{i} + 8\vec{j}) \text{ Sen}(4t + \pi)$. Calcular a) la resultante, b) las direcciones de los vectores oscilantes y c) el desfase entre los vectores.

Solución:

Datos

$$A_1 = 4 \text{ m} \quad B_1 = 2 \text{ m} \quad A_2 = 2 \text{ m} \quad B_2 = 8 \text{ m}$$

$$\omega_1 = 4 \text{ rad/s} \quad \omega_2 = 4 \text{ rad/s} \quad \varepsilon_1 = \pi/2 \text{ rad} \quad \varepsilon_2 = \pi \text{ rad}$$

Procedimiento

$$\text{a) } \vec{r} = [A_1 \text{ Sen}(\omega_1 t + \varepsilon_1) + A_2 \text{ Sen}(\omega_2 t + \varepsilon_2)]\vec{i} + [B_1 \text{ Sen}(\omega_1 t + \varepsilon_1) + B_2 \text{ Sen}(\omega_2 t + \varepsilon_2)]\vec{j}$$

$$\vec{r} = [4 \text{ Sen}(4t - \pi/2) + 2 \text{ Sen}(4t + \pi)]\vec{i} + [2 \text{ Sen}(4t - \pi/2) + 8 \text{ Sen}(4t + \pi)]\vec{j}$$

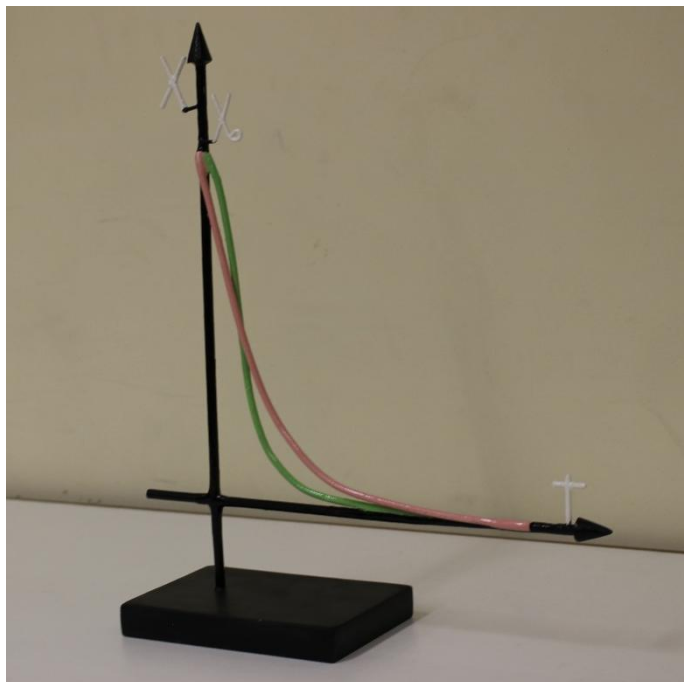
$$\text{b) } \alpha_1 = \tan^{-1} \frac{B_1}{A_1} = \tan^{-1} \frac{2}{4} = 0,464 \text{ rad}$$

$$\alpha_2 = \tan^{-1} \frac{B_2}{A_2} = \tan^{-1} \frac{8}{2} = 1,326 \text{ rad}$$

$$\text{c) } \varepsilon = |\alpha_1 - \alpha_2| = |0,464 - 1,326| = 0,869 \text{ rad}$$

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO
ESTADO SOBREAMORTIGUADO Y AMORTIGUAMIENTO CRÍTICO
TEMAS QUE CUBRE

Oscilaciones libres con rozamiento



Gráfica 3.28: Estado sobre amortiguado y amortiguamiento crítico

Fuente: Autoría propia

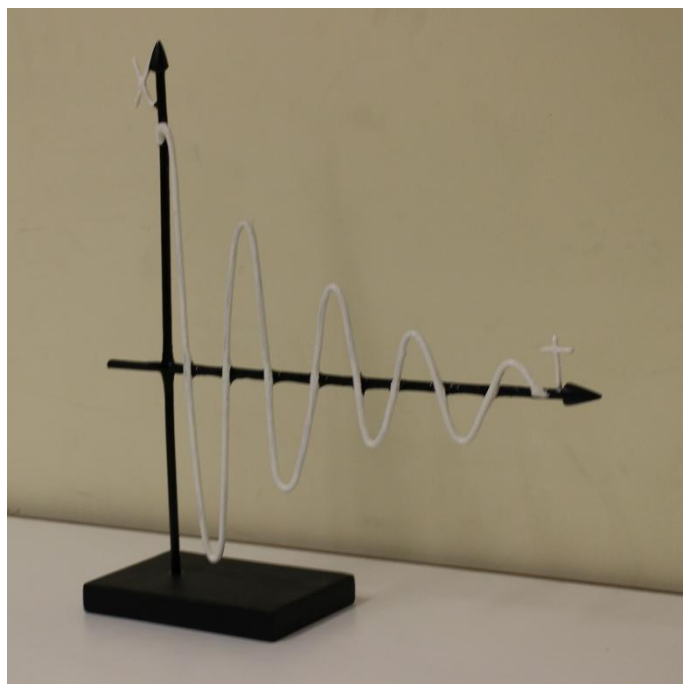
Tabla 3.13

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL | | | | |
|--------------------------|------------------------|--------|----------|--------------------------|
| Elemento | Material | Color | Cantidad | Representa |
| Ejes | Alambre galvanizado #6 | Negro | 1 | Eje t Eje x |
| Curva 1 | Alambre galvanizado #8 | Rosado | 1 | Estado sobre amortiguado |
| Curva 2 | Alambre galvanizado #8 | Verde | 1 | Amortiguamiento crítico |

Fuente: Autoría propia

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO
OSCILACIÓN AMORTIGUADA
TEMAS QUE CUBRE

Oscilaciones libres con rozamiento



Gráfica 3.29: Estado sobre amortiguado y amortiguamiento crítico

Fuente: Autoría propia

Tabla 3.14

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL | | | | |
|--------------------------|------------------------|--------|----------|------------------------|
| Elemento | Material | Color | Cantidad | Representa |
| Ejes | Alambre galvanizado #6 | Negro | 1 | Eje t Eje x |
| Curva 1 | Alambre galvanizado #8 | Blanco | 1 | Oscilación amortiguada |

Fuente: Autoría propia

GUÍA DE USO PARA EL DOCENTE

OSCILACIONES LIBRES CON ROZAMIENTO

Objetivo: Aprender y distinguir los diferentes tipos de oscilaciones libres con rozamiento.

ANTICIPACIÓN

1. Lectura previa.

OSCILACIONES REALES

Las oscilaciones reales, libres o forzadas, siempre presentan disipación de energía debido a rozamientos viscosos o secos; así pues, tarde o temprano el sistema oscilante terminará por detenerse si no se compensa desde fuera el “consumo o disipación” de energía, normalmente en forma de calor. Por ejemplo, al poner a oscilar cualquier tipo de péndulo, pronto observaremos que la amplitud de las oscilaciones decrece hasta que el sistema se detiene; en ese instante toda la energía del impulso inicial se disipó convirtiéndose en otra forma de energía, generalmente en calor.

CONSTRUCCIÓN

ACTIVIDADES

1. Utilizar material didáctico.

Procedimiento

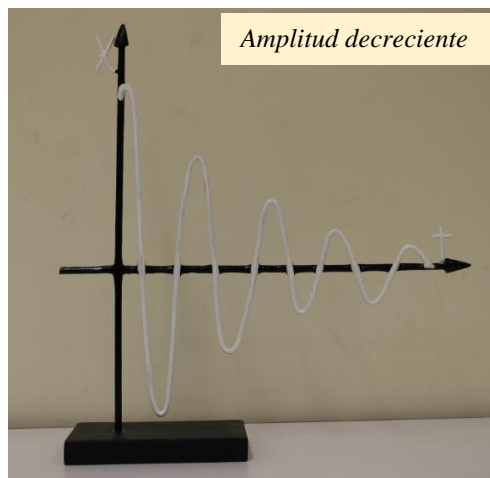
- Indicar el material didáctico **Estado sobreamortiguado y amortiguamiento crítico**. Gráfica 3.28.
- Hablar a los estudiantes acerca del estado sobreamortiguado en la curva 1 de color rosado, misma que esta explicita con su ecuación en la opción a de los tipos de posibles soluciones.
- Hablar a los estudiantes acerca del estado amortiguamiento crítico en la curva 2 de color verde, misma que esta explicita con su ecuación en la opción a de los tipos de posibles soluciones.



Gráfica 3.30

Fuente: Autoría propia

- d. Durante el desarrollo del contenido científico, dar a conocer la característica de la gráfica de cada una de las dos soluciones presentadas con el material didáctico. Gráfica 3.30.
- e. Indicar el material didáctico **Oscilaciones amortiguadas**. Gráfica 3.29.
- f. Durante el desarrollo del contenido científico, dar a conocer la característica de la gráfica de esta solución presentada con el material didáctico. Gráfica 3.31.



Gráfica 3.31

Fuente: Autoría propia

CONTENIDO CIENTIFICO

Las oscilaciones libres con rozamiento constituyen un caso muy frecuente y real en nuestro mundo. De hecho, todos los movimientos oscilatorios a los que consideramos MAS son realmente oscilaciones libres con rozamiento. Para el presente estudio supondremos únicamente rozamientos viscosos que son funciones lineales de la velocidad de la partícula, esto es, $F_r = \gamma \dot{x} = \gamma v$. Con esto, la ecuación diferencial del sistema toma la forma:

$$-kx = \gamma \dot{x} = m\ddot{x}$$

$$\text{Es decir: } \ddot{x} + \frac{\gamma}{m}\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$$

Resolviendo la ecuación homogénea de segundo orden:

El polinomio característico es:

$$r^2 + \frac{\gamma}{m}r + \omega_0^2 = 0$$

Cuyas raíces son:

$$r_1 = \frac{-\frac{\gamma}{m} + \sqrt{\frac{\gamma^2}{m^2} - 4 + \omega_0^2}}{2} \quad \& \quad r_2 = \frac{-\frac{\gamma}{m} - \sqrt{\frac{\gamma^2}{m^2} - 4 + \omega_0^2}}{2}$$

Para este tipo de oscilaciones se presentan tres tipos de posibles **soluciones**:

a) Si $\frac{\gamma^2}{m^2} > 4\omega_0^2$

$$x = C_1 e^{-\left(\frac{\gamma}{2m} - \sqrt{\frac{\gamma^2}{4m^2} - \omega_0^2}\right)t} + C_2 e^{-\left(\frac{\gamma}{2m} + \sqrt{\frac{\gamma^2}{4m^2} - \omega_0^2}\right)t}$$

que corresponde a un “estado sobreamortiguado”, en el que la partícula vuelve lentamente a la posición de equilibrio, aunque normalmente no lo logra, para las

condiciones iniciales $\begin{cases} x(0) = x_0 \\ \dot{x}(0) = 0 \end{cases}$

b) Si $\frac{\gamma^2}{m^2} = 4\omega_0^2$ (Amortiguamiento crítico)

$$x = (C_1 + C_2 t) e^{-\left(\frac{\gamma}{2m}\right)t}$$

que corresponde a un “estado amortiguado crítico”, en el que la partícula vuelve rápidamente a la posición de equilibrio, como queriendo oscilar, aunque cerca de

lograrlo se frena, para las condiciones iniciales $\begin{cases} x(0) = x_0 \\ \dot{x}(0) = 0 \end{cases}$

c) Si $\frac{\gamma^2}{m^2} < 4\omega_0^2$

$$x = A e^{-\left(\frac{\gamma}{2m}\right)t} \sin(\omega t + \varepsilon)$$

Observando la expresión para la posición vemos que se trata de un movimiento oscilatorio de amplitud decreciente (oscilaciones amortiguadas) y que tiende a cero debido al término exponencial de exponente negativo. La gráfica de x en función de t es una oscilación cuasiarmónica dentro de una envolvente exponencial decreciente

Ejercicio modelo

Determine las constantes C_1 y C_2 de un movimiento en estado de amortiguamiento crítico

para las condiciones iniciales siguientes: $\begin{cases} x(0) = 2 \\ \dot{x}(0) = 0 \end{cases}$

Solución:

Datos

$$\begin{cases} x(0) = 2 \\ \dot{x}(0) = 0 \end{cases}$$

Procedimiento

Para $x(0) = 2$

$$x = (C_1 + C_2 t) e^{-\left(\frac{\gamma}{2m}\right)t}$$

$$2 = (C_1 + C_2 \cdot 0) e^{-\left(\frac{\gamma}{2m}\right) \cdot 0} = C_1 e^0$$

$$C_1 = 2$$

Para $\dot{x}(0) = 0$; al derivar x se tiene:

$$\dot{x} = C_2 e^{-\left(\frac{\gamma}{2m}\right)t} - \frac{\gamma}{2m} (C_1 + C_2 t) e^{-\left(\frac{\gamma}{2m}\right)t}$$

$$0 = C_2 e^{-\left(\frac{\gamma}{2m}\right) \cdot 0} - \frac{\gamma}{2m} (C_1 + C_2 \cdot 0) e^{-\left(\frac{\gamma}{2m}\right) \cdot 0} = C_2 e^0 - \frac{\gamma}{2m} C_1 e^0 = C_2 - \frac{\gamma}{2m} 2$$

$$C_2 = \frac{\gamma}{m}$$

CONSOLIDACIÓN



1. Actividad individual en clase.

a) Complete:

1- ¿Qué entiende usted por oscilaciones reales?

.....
.....

2- Se produce un estado amortiguado cuando.....

.....

b) Resuelva, en su cuaderno de ejercicios, el siguiente problema:

1- Determine las constantes C_1 y C_2 de un movimiento en estado de sobreamortiguamiento para las condiciones iniciales siguientes: $\begin{cases} x(0) = 4 \\ \dot{x}(0) = 0 \end{cases}$

Solución:

Datos

$$\begin{cases} x(0) = 4 \\ \dot{x}(0) = 0 \end{cases}$$

Procedimiento

Para $x(0) = 4$

$$x = C_1 e^{-\left(\frac{\gamma}{2m} - \sqrt{\frac{\gamma^2}{4m^2} - \omega_0^2}\right)t} + C_2 e^{-\left(\frac{\gamma}{2m} + \sqrt{\frac{\gamma^2}{4m^2} - \omega_0^2}\right)t}$$
$$4 = C_1 e^{-\left(\frac{\gamma}{2m} - \sqrt{\frac{\gamma^2}{4m^2} - \omega_0^2}\right) \cdot 0} + C_2 e^{-\left(\frac{\gamma}{2m} + \sqrt{\frac{\gamma^2}{4m^2} - \omega_0^2}\right) \cdot 0} = C_1 e^0 + C_2 e^0$$

$$C_1 + C_2 = 4$$

Para $\dot{x}(0) = 0$; al derivar x se tiene:

$$\dot{x} = C_1 \left(-\frac{\gamma}{2m} + \sqrt{\frac{\gamma^2}{4m^2} - \omega_0^2} \right) e^{-\left(\frac{\gamma}{2m} - \sqrt{\frac{\gamma^2}{4m^2} - \omega_0^2}\right)t} + C_2 \left(-\frac{\gamma}{2m} - \sqrt{\frac{\gamma^2}{4m^2} - \omega_0^2} \right) e^{-\left(\frac{\gamma}{2m} + \sqrt{\frac{\gamma^2}{4m^2} - \omega_0^2}\right)t}$$

Remplazando:

$$0 = C_1 \left(-\frac{\gamma}{2m} + \sqrt{\frac{\gamma^2}{4m^2} - \omega_0^2} \right) + C_2 \left(-\frac{\gamma}{2m} - \sqrt{\frac{\gamma^2}{4m^2} - \omega_0^2} \right)$$

Al realizar el proceso de sustitución se tiene que:

$$C_1 = -\frac{4m \left(-\frac{\gamma}{2m} - \sqrt{\frac{\gamma^2}{4m^2} - \omega_0^2} \right)}{\gamma} \quad \& \quad C_2 = 4 + \frac{4m \left(-\frac{\gamma}{2m} + \sqrt{\frac{\gamma^2}{4m^2} - \omega_0^2} \right)}{\gamma}$$

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO
RESORTES
TEMAS QUE CUBRE

Masa del resorte en el péndulo elástico


Gráfica 3.32: Resortes
Fuente: Autoría propia
Tabla 3.15

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL | | | | |
|--------------------------|------------------|---------------|----------|-----------------------|
| Elemento | Material | Color | Cantidad | Representa |
| Resorte | Alambre de acero | Metal (acero) | 1 | Resorte de 60 espiras |
| Resorte | Alambre de acero | Metal (acero) | 1 | Resorte de 70 espiras |
| Resorte | Alambre de acero | Metal (acero) | 1 | Resorte de 80 espiras |

Fuente: Autoría propia

GUÍA DE USO PARA EL DOCENTE**MASA DEL RESORTE EN EL PÉNDULO ELÁSTICO**

Objetivo: Verificar experimentalmente la ecuación para el período del péndulo elástico considerando la masa del resorte. Conocer con cuánta masa aporta el resorte a la masa del sistema denominado péndulo elástico.

ANTICIPACIÓN

1. *Recordatorio del estudio del péndulo elástico idealizado, en el que la masa m del resorte era considerada como cero.*

PÉNDULO ELÁSTICO

El péndulo elástico está formado por una partícula de masa M que pende de un resorte helicoidal de constante elástica k y masa m despreciable. Para ponerlo a oscilar se desplaza la masa M una cantidad x medida a partir de la posición de equilibrio y se la suelta; entonces el sistema describe un MAS lineal.

Por medio de la segunda ley de Newton para la traslación se determina que el período

temporal de oscilación del péndulo es: $P = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$

2. *Recalcar que esta aproximación es adecuada en la mayor parte de los casos, ya que la masa M de la partícula oscilante es muchísimo mayor que la masa m del resorte.*
3. *Incentivar la curiosidad para responder a la pregunta:*
 - ¿Qué ocurre cuando la masa del resorte no es excesivamente pequeña comparada con la masa de la partícula oscilante?

CONSTRUCCIÓN**ACTIVIDADES**

1. Desarrollar el proceso para determinar la ecuación para el período del péndulo elástico considerando la masa del resorte.
2. Utilizar material didáctico para verificar la ecuación.

Procedimiento

- a. *Determinar la masa de los tres resortes y anotarlos en la hoja de lecturas y cálculos.*

- b. Realizar el montaje de un péndulo elástico con el resorte de 60 espiras con las masas. Coloque la primera masa. Estírelo y suéltelo para que oscile. Con un cronómetro determine el tiempo necesario para que describa treinta oscilaciones. Determine el periodo dividiendo el tiempo tomado para treinta. Llenar la correspondiente tabla con los datos pedidos en la hoja de lecturas y cálculos.
- c. Repetir **b** para las otras tres masas.
- d. Repita **b** y **c** con los resortes de 70 y 80 espiras.
- e. Por medio de la ecuación calcular cada uno de los periodos y anotarlos en la hoja de lecturas y cálculos.
- f. Verificar la ecuación por medio de la comparación de los periodos medidos y calculados.

CONTENIDO CIENTÍFICO

Si la masa m de un resorte no puede ser despreciada frente a la masa M de la partícula

oscilante, el período del péndulo elástico es. $P = 2\pi \sqrt{\frac{M+m/3}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{M+m'}{k}}$

Por ende, mediante el análisis de esta ecuación y la del estudio idealizado anterior se tiene que $m' = \frac{m}{3}$ y esto corresponde a la masa con que aporta el resorte al sistema.

LECTURA Y CÁLCULOS

$m =$

| M | P_{med} | P_{cal} |
|-----|-----------|-----------|
| kg | s | s |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

$m =$

| M | P_{med} | P_{cal} |
|-----|-----------|-----------|
| kg | s | s |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

$m =$

| M | P_{med} | P_{cal} |
|-----|-----------|-----------|
| kg | s | s |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

CONSOLIDACIÓN



1. Actividad individual en clase.

a) Escriba una (V) si es verdadera y (F) si es falsa las siguientes afirmaciones.

- Para calcular el periodo del péndulo elástico sería adecuado utilizar la ecuación

$P = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$ si el resorte tiene una masa excesivamente pequeña a comparación de la masa oscilante..... ()

- Para calcular el periodo del péndulo elástico sería adecuado utilizar la ecuación

$P = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$ si la masa oscilante tiene una masa excesivamente pequeña a comparación de la del resorte ()

- La ecuación $P = 2\pi \sqrt{\frac{M+m/3}{k}}$ solo se puede usar para el caso de que la masa de un resorte no puede ser despreciada frente a la masa de la partícula oscilante.....()

b) Resuelva, en su cuaderno de ejercicios, el siguiente problema:

- 1- Halle el período de un péndulo elástico formado por un resorte de masa $m = 0,23 \text{ kg}$, de constante elástica de $k = 90 \text{ N/m}$ y una esfera colgante de masa $M = 0,40 \text{ kg}$.

Solución:

Datos

$$m = 0,23 \text{ kg} \quad k = 90 \text{ N/m} \quad M = 0,40 \text{ kg}$$

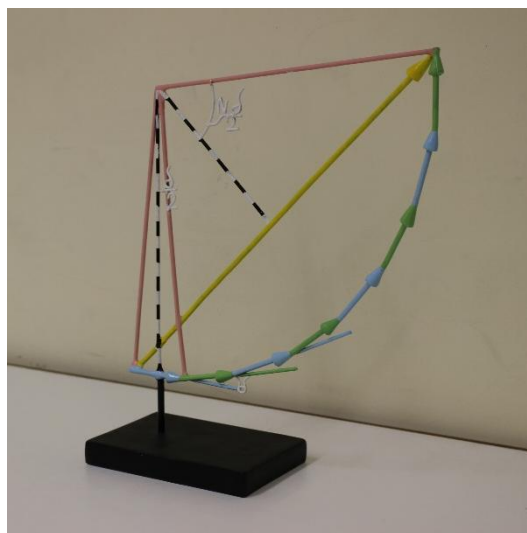
Procedimiento

$$P = 2\pi \sqrt{\frac{M + m/3}{k}}$$

$$P = 2\pi \sqrt{\frac{0,40 + 0,23/3}{90}} = 0,457 \text{ s}$$

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO
N FUENTES SINCRÓNICAS IDÉNTICAS, LINEALES Y UNIFORMES
TEMAS QUE CUBRE

Interferencia de N ondas sincrónicas



Gráfica 3.33: N fuentes sincrónicas idénticas, lineales y uniformes

Fuente: Autoría propia

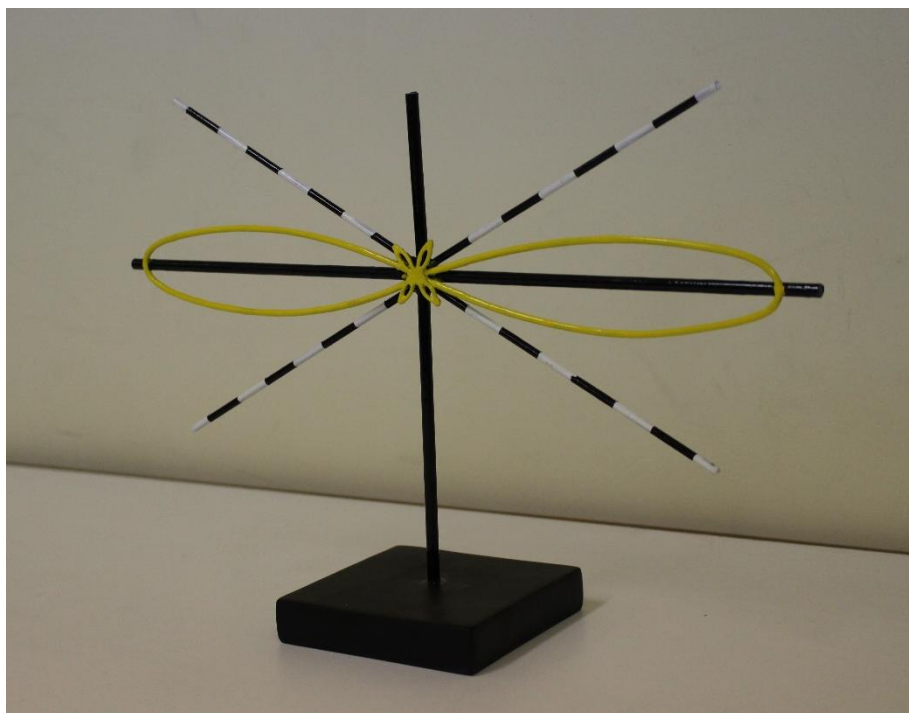
Tabla 3.16

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL | | | | |
|--------------------------|-------------------------|-------------------|----------|---|
| Elemento | Material | Color | Cantidad | Representa |
| Varilla recta | Alambre galvanizado #8 | Amarillo | 1 | Amplitud resultante (ψ) |
| Varillas rectas | Alambre galvanizado #8 | Celestes y verdes | 4 y 4 | N vectores de igual magnitud (ψ_1) |
| Varillas rectas | Alambre galvanizado #10 | Rosado | 3 | (ρ) Lados iguales de los ΔCPR y ΔCPO |
| Varillas rectas | Alambre galvanizado #10 | Blanco-Negro | 2 | Bisectriz de los ΔCPR y ΔCPO |
| Varillas rectas | Alambre galvanizado #10 | Celestes y verde | 2 y 1 | Proyecciones de los vectores |
| Varilla recta | Alambre galvanizado #6 | Negro | 1 | Varilla base |

Fuente: Autoría propia

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO
GRAFICA POLAR DE LA INTENSIDAD DE UNA ONDA
TEMAS QUE CUBRE

Interferencia de N ondas sincrónicas



Gráfica 3.34: Gráfica polar de la intensidad de una onda.

Fuente: Autoría propia

Tabla 3.17

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|------------------|----------|----------------------------------|
| Elemento | Material | Color | Cantidad | Representa |
| Ejes | Alambre galvanizado #6 | Negro | 1 | Eje X Eje Y |
| Varillas rectas | Alambre galvanizado #12 | Blanco- Negro | 4 | ϕ |
| Curva | Alambre galvanizado #12 y #16 | Amarillo | 1 | Intensidad de la onda resultante |

Fuente: Autoría propia

GUÍA DE USO PARA EL DOCENTE

INTERFERENCIA DE N ONDAS SINCRÓNICAS

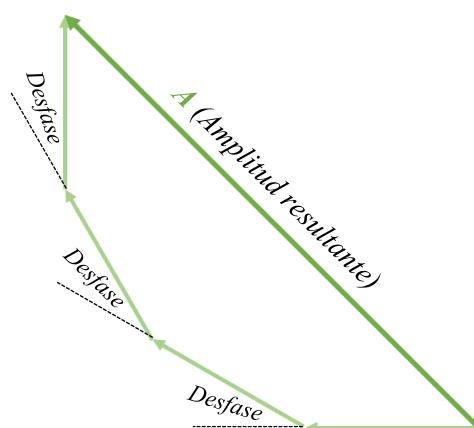
Objetivo: Conocer el desarrollo y aplicación de la ecuación y la gráfica polar de la intensidad de onda en este tipo de interferencia.

ANTICIPACIÓN

1. *Ejemplificar gráficamente cómo es una suma vectorial de las amplitudes de ondas con las siguientes condiciones.*

SUMA VECTORIAL DE LAS AMPLITUDES DE ONDAS DE IGUAL MAGNITUD Y DE DESFASE CONSTANTE ENTRE ELLAS.

En el caso de que lleguen varias ondas de igual amplitud y un desfase constante entre ellas, se tendrá una amplitud que será la resultante de sumar vectorialmente sus amplitudes. En la gráfica 3.35 se ve la suma de 4 ondas.



Gráfica 3.35

Fuente: Autoría propia

2. *Recordatorio de Gráfica de Ecuaciones en Coordenadas Polares.*

Presentar los videos tutoriales:

- “Ejercicio de Gráfica de Ecuaciones en Coordenadas Polares”,
<https://www.youtube.com/watch?v=WB9N0AWTEkY>
- “Gráfica de ecuaciones polares en Geogebra”,
<https://www.youtube.com/watch?v=yrX36z2kw94>.

CONSTRUCCIÓN

ACTIVIDADES

1. Introducción al contenido científico.
2. Utilizar material didáctico “N fuentes sincrónicas idénticas, lineales y uniformes” para desarrollar la parte del contenido científico sobre la obtención de la amplitud resultante en P. Gráfica 3.33.

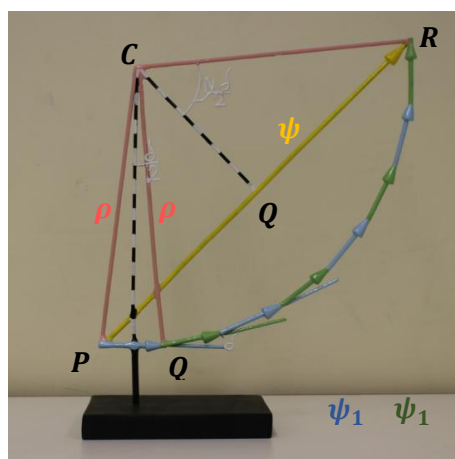
Procedimiento (gráfica 3.36)

a) Indicar cada una de las características (Suma vectorial, forma de una porción de polígono regular,...) y partes del material didáctico (N, P, R, C, Q, ψ , ψ_1 , δ , ρ).

b) Del material didáctico enfocarse en el triángulo CPR para obtener el conjunto de ecuaciones correspondientes.

c) Del material didáctico enfocarse en el triángulo CPO para obtener el conjunto de ecuaciones correspondientes.

d) Desarrollar el procedimiento para la obtención de la ecuación de la amplitud resultante en P.



Gráfica 3.36

Fuente: Autoría propia

3. Desarrollar las ecuaciones para la intensidad de onda.
4. Utilizar material didáctico “**Gráfica polar de la intensidad de una onda**” (gráfica 3.34) para complementar el desarrollo del ejercicio modelo.

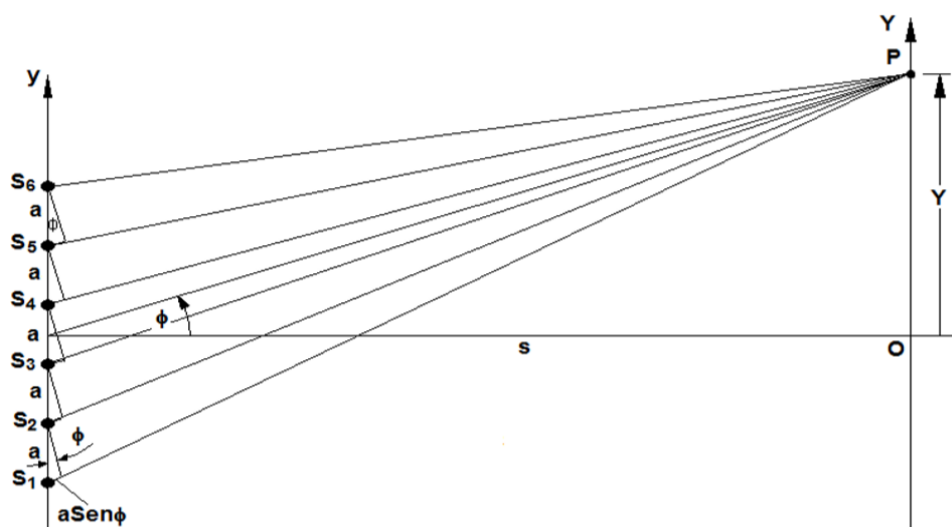
Procedimiento

a) Indicar y desarrollar el procedimiento del ejercicio modelo.

b) Mostrar la gráfica polar del ejercicio, analizar sus características y comprobar mediante el uso de graficadoras.

CONTENIDO CIENTÍFICO

Esta interferencia se refiere al caso de varias fuentes sincrónicas idénticas distribuidas linealmente, tal como se muestra en la gráfica 3.37.



Gráfica 3.37

Fuente: Avecillas, A. (2007). Oscilaciones y Ondas. Cuenca.

Supongamos que deseamos examinar el estado del punto P situado a una distancia muy lejana comparada con la separación de las fuentes, de modo que las ondas que lleguen sean prácticamente paralelas.

La amplitud resultante en P , bajo el ángulo ϕ , es la suma vectorial de los N vectores de igual magnitud, ψ_1 , desfasados una cantidad δ entre cada dos consecutivos. Observamos que se forma una porción de polígono regular centrado en C , radio ρ , lado ψ_1 y ángulo central total subtendido $\angle PCR = N\delta$. De la gráfica 3.36 se tiene:

$$\psi = PR = 2QR = 2\rho \operatorname{Sen} \frac{N\delta}{2} \quad \& \quad \psi_1 = PO = 2\rho \operatorname{Sen} \frac{\delta}{2}$$

De las que se obtiene:

$$\psi = \frac{\operatorname{Sen} \frac{N\delta}{2}}{\operatorname{Sen} \frac{\delta}{2}} \psi_1$$

Con la correspondiente intensidad de onda:

$$I = I_0 \left(\frac{\operatorname{Sen} \frac{N\delta}{2}}{\operatorname{Sen} \frac{\delta}{2}} \right)^2 = I_0 \left(\frac{\operatorname{Sen} \left(\frac{N\pi a \operatorname{Sen} \phi}{\lambda} \right)}{\operatorname{Sen} \left(\frac{\pi a \operatorname{Sen} \phi}{\lambda} \right)} \right)^2 = I_0 \left(\frac{\operatorname{Sen} \left(\frac{N\pi a Y}{s\lambda} \right)}{\operatorname{Sen} \left(\frac{\pi a Y}{s\lambda} \right)} \right)^2$$

Donde I_0 es la intensidad de cada fuente individual.

Ejercicio modelo

Construya la gráfica polar de la intensidad de la onda resultante de la interferencia de cuatro fuentes lineales separadas por media longitud de onda.

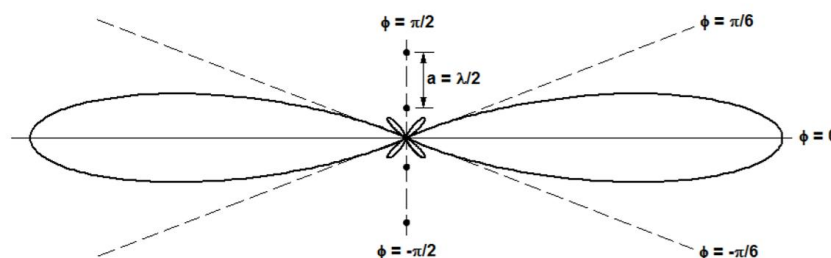
Solución:

Datos

$$N = 4 \quad a = \lambda/2$$

Procedimiento

$$I = I_0 \left(\frac{\operatorname{Sen} \left(\frac{N\pi a \operatorname{Sen} \phi}{\lambda} \right)}{\operatorname{Sen} \left(\frac{\pi a \operatorname{Sen} \phi}{\lambda} \right)} \right)^2 = I_0 \left(\frac{\operatorname{Sen} \left(\frac{4\pi \lambda \operatorname{Sen} \phi}{2\lambda} \right)}{\operatorname{Sen} \left(\frac{\pi \lambda \operatorname{Sen} \phi}{2\lambda} \right)} \right)^2 = I_0 \left(\frac{\operatorname{Sen}(2\pi \operatorname{Sen} \phi)}{\operatorname{Sen}(0,5\pi \operatorname{Sen} \phi)} \right)^2$$



Fuente: Avecillas, A. (2007). *Oscilaciones y Ondas*. Cuenca.

Notas:

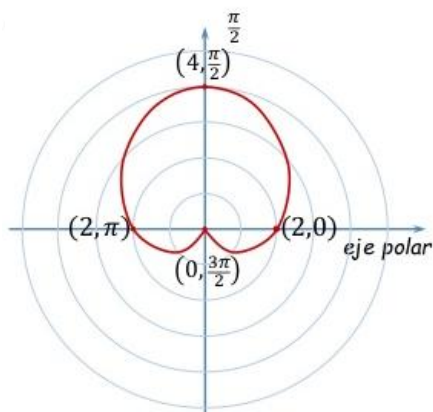
1. Para graficar se puede utilizar la forma manual, es decir, haciendo uso de la técnica del primer video de la actividad 2 de la anticipación, pero sería un proceso demasiado extenso y tedioso. Por esto se recomienda realizar la gráfica por medio de programas o calculadoras graficadoras y si es necesario comprobar algunos puntos (radio; ángulo) de forma manual.
2. También es necesario, antes de realizar estos tipos de ejercicios, realizar un análisis por medio de los máximos principales y los mínimos previo a la determinación de la interferencia.

CONSOLIDACIÓN

1. Actividad individual en clase.

a) Resuelva, en su cuaderno de ejercicios, los siguientes problemas:

- 1- Dibujar la gráfica de la ecuación $r = 2 + 2 \text{ Sen } \theta$



Fuente: <https://image.slidesharecdn.com/graficaspolares-estudiantes-150407185840-conversion-gate01/95/graficaspolares-estudiantes-35-638.jpg?cb=1428433500>

- 2- Construya la gráfica polar de la intensidad de la onda resultante de la interferencia de 3 fuentes lineales separadas por una longitud de onda.

Solución:

Datos

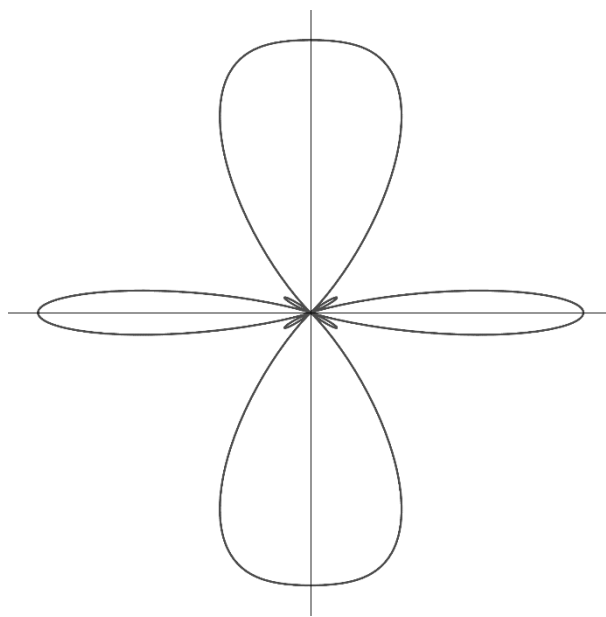
$$N = 3 \quad a = \lambda$$

Procedimiento

$$I = I_0 \left(\frac{\text{Sen} \left(\frac{N\pi a \text{ Sen } \phi}{\lambda} \right)}{\text{Sen} \left(\frac{\pi a \text{ Sen } \phi}{\lambda} \right)} \right)^2$$

$$I = I_0 \left(\frac{\text{Sen} \left(\frac{3\pi \lambda \text{ Sen } \phi}{\lambda} \right)}{\text{Sen} \left(\frac{\pi \lambda \text{ Sen } \phi}{\lambda} \right)} \right)^2$$

$$I = I_0 \left(\frac{\text{Sen}(3\pi \text{ Sen } \phi)}{\text{Sen}(\pi \text{ Sen } \phi)} \right)^2$$



Fuente: Autoría propia

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO
INSTRUMENTOS MUSICALES

TEMAS QUE CUBRE

El timbre, Escalas musicales



Gráfica 3.38: Instrumentos musicales.
Fuente: Autoría propia

Tabla 3.18

| DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL | | | | |
|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------|--|
| Elemento | Material | Color | Cantidad | Representa |
| Guitarra | Varios Principalmente madera | Principalmente azul y blanco | 1 | Instrumento musical de cuerda |
| Marimba | Varios Principalmente madera | Olivo | 1 | Instrumento musical de percusión |

Fuente: Autoría propia

GUÍA DE USO PARA EL DOCENTE

EL TIMBRE, ESCALAS MUSICALES

Objetivo: Conocer qué es el timbre e identificarlo y compararlo entre distintos instrumentos musicales.

ANTICIPACIÓN

1. Actividad en clase.

- Mostrar el video: “EL TIMBRE DE LOS INSTRUMENTOS: ADIVINA QUÉ OYES...”, <https://www.youtube.com/watch?v=r4eZJCDmGA0>.
- Completar la siguiente gráfica con el nombre del instrumento en el rectángulo y en el círculo el número de acuerdo al orden de los sonidos del video.



Fuente: Montes Machuca, M. (25 de Abril de 2014). *EL TIMBRE DE LOS INSTRUMENTOS: ADIVINA QUÉ OYES...*
Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=pQoTz8TSqos>

CONSTRUCCIÓN

ACTIVIDADES

- Lectura compartida del contenido científico.
- Utilizar material didáctico:

Procedimiento

- Formar un número de grupos igual a la cantidad de instrumentos disponibles.

- b) *Repartir un instrumento a cada grupo.*
- c) *De forma ordenada entonar cada uno de los instrumentos. Con los instrumentos en los cuales hay la posibilidad de producir varias notas, organizar una comparación del sonido.*
- d) *Rotar los instrumentos de tal manera que cada grupo pueda poseer todos los instrumentos.*

CONTENIDO CIENTÍFICO

EL TIMBRE

Un sonido se identifica por tres características: intensidad, tono y timbre. En este tema hablaremos acerca del timbre.

El timbre es lo que nos permite diferenciar los sonidos emitidos por instrumentos musicales diferentes, aunque tengan la misma intensidad y tono; también nos permite distinguir las voces de diferentes personas. El timbre de un sonido tiene estrecha relación con los armónicos que lo componen (o integran o sintetizan), y sus amplitudes relativas. La naturaleza es la que dicta con cuáles de todas las infinitas frecuencias temporales y con qué amplitudes relativas vibrará realmente un sistema; y precisamente gracias a esto percibimos como diferente el sonido "D" (re) o (re) mayor emitido por un piano, un violín, una trompeta un clarinete, una guitarra, un órgano, una flauta, la voz de cualquier persona, etc. Ya a mediados del siglo pasado el físico Hermann Lurwig von Helmholtz demostró que esto era así al indicar que “el timbre de todo sonido depende del número de armónicos que acompañan al fundamental, así como de sus intensidades y frecuencias”.

ESCALAS MUSICALES

Desde los albores de la humanidad el hombre ha buscado estímulos satisfactorios para sus sentidos, entre ellos el oído. Fue entonces descubriendo y creando sonidos que le resultaban agradables mediante artefactos bastante rudimentarios, los que se fueron perfeccionando gradualmente dando paso al nacimiento de los instrumentos musicales, los cuales han evolucionado mucho en los últimos siglos. Actualmente disponemos de instrumentos de cuerda, de viento, de percusión y los electrónicos, que imitan todo lo que se desee. Pero dentro de este proceso ha sido necesario crear y aceptar mundialmente conjuntos de sonidos que sirvan de base para la creación de música: en los últimos siglos se ha dado paso a la escala heptafónica que al incluir los “semitonos” pasó a convertirse en la escala dodecafónica, esto es, una escala que comprende doce sonidos diferenciados y que se repiten sucesivamente, es la “escala diatónica”. Para los doce sonidos se utilizó,

y aún se lo hace con frecuencia, la siguiente nomenclatura: DO (262 Hz), DO#, RE (294), RE#, MI (330), FA (349), FA#, SOL (392), SOL#, LA (440), LA#, SI (494), en la que el referencial fue el DO (inicialmente UT).

Ejercicio modelo

De los siguientes instrumentos musicales ordene según el nivel de agrado hacia estos.



Fuente: https://home.ripley.cl/store/Attachment/WOP/D130/2000354811190/2000354811190_2.jpg



Fuente: <https://www.sanganxa.com/wp-content/uploads/2014/05/jupiter-jtr-408l.jpg>



Fuente: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/819KNtXAFL_SX425_.jpg



Fuente: <https://sc1.musik-produktiv.com/pic-006208029xx1/yamaha-c40.jpg>

CONSOLIDACIÓN



1. Actividad individual en clase.

a) Responda a las siguientes preguntas:

1- ¿Por qué la nota (do) mayor de una guitarra suena distinto a la de un piano?

.....

.....

2- ¿Cuál es la diferencia entre Tono y timbre?, ejemplifique.

.....

.....

.....

NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO
COMPLEMENTARIO

TEMAS QUE CUBRE

Flexión de vigas



Gráfica 3.39: Material complementario.
Fuente: Autoría propia

Tabla 3.19

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

La presente gráfica representa a una maqueta que fue elaborada como aporte para temas de la primera subunidad denominada Elasticidad del libro de Oscilaciones y Ondas.

Fuente: Autoría propia

Nota: El material se podrá usar para las distintas formas de apoyar vigas:

- Viga en voladizo: un extremo rígidamente fijo y el otro extremo libre.*
- Viga simplemente apoyada: los dos extremos se apoyan en forma no rígida de modo que puede haber rotación en torno a los apoyos.*
- Un extremo rígidamente fijo y otro extremo libre, apoyo no rígido entre los extremos.*

VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

| UNIVERSIDAD DE CUENCA | | | | | |
|---|--|------------|---|---|---|
| FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN | | | | | |
| CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA | | | | | |
| MATRIZ DE VALIDACIÓN DE EQUIPO CONCRETO | | | | | |
| DISEÑADO Y CREADO PARA MATEMÁTICAS Y FÍSICA | | | | | |
| CON MOTIVO DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN | | | | | |
| TÍTULO: "CONSTRUCCIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DE ALGUNOS TEMAS EN OSCILACIONES Y ONDAS" | | | | | |
| AUTORES: Jefferson Andrés Chillogallo Morocho, Saúl Leonel Velásquez Angüisaca | | | | | |
| DENOMINACIÓN DEL MATERIAL | P A R Á M E T R O | VALORACIÓN | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Columna de sección transversal recta | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | ✓ |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | ✓ |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | ✓ |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | ✓ |
| Columna de sección transversal oblicua | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | ✓ |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | ✓ |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | ✓ |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | ✓ |
| Fibra Cilíndrica | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | ✓ |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | ✓ |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | ✓ |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | ✓ |
| Superposición de oscilaciones, desfase $\pi/6$ | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | ✓ |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | ✓ |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | ✓ |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | ✓ |
| Superposición de oscilaciones desfase π | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | ✓ |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | ✓ |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | ✓ |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | ✓ |
| Superposición de oscilaciones Desfase π | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | ✓ |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | ✓ |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | ✓ |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | ✓ |
| Superposición de 2 M.A.S. perpendiculares. Caso 1 | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | ✓ |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | ✓ |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | ✓ |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | ✓ |
| Superposición de 2 M.A.S. perpendiculares. caso 2 | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | ✓ |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | ✓ |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | ✓ |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | ✓ |

| | | | | | |
|---|--|--|--|--|---|
| Superposición de 2 MAS perpendiculares de frecuencias diferentes. | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | ✓ |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | ✓ |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | ✓ |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | ✓ |
| Superposición de 2 MAS (perpendiculares) tipo fasores. | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | ✓ |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | ✓ |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | ✓ |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | ✓ |
| Amortiguamientos Crítico y sobre amortiguado. | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | ✓ |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | ✓ |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | ✓ |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | ✓ |
| Oscilaciones amortiguadas | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | ✓ |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | ✓ |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | ✓ |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | ✓ |
| Resortes de masa no despreciable | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | ✓ |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | ✓ |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | ✓ |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | ✓ |
| Interferencia de N ondas sincrónicas | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | ✓ |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | ✓ |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | ✓ |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | ✓ |
| Gráfica polar: 4 fuentes separadas media long de onda. | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | ✓ |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | ✓ |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | ✓ |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | ✓ |
| Instrumentos musicales | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | ✓ |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | ✓ |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | ✓ |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | ✓ |
| | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | |
| | CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN | | | | |
| | CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES | | | | |
| | ACABADOS Y PRESENTACIÓN | | | | |
| | PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA | | | | |

En consecuencia, el juego de materiales que ha sido revisado SI es validado.
Cuenca, 14 de enero de 2019

U.T.P.

[Firma]

[Firma]

LOS EVALUADORES

CONCLUSIONES

Luego de haber desarrollado el presente trabajo de titulación, se han logrado determinar las siguientes conclusiones:

- a. Para los estudiantes de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca la asignatura de Oscilaciones y Ondas tiene cierto grado de complejidad, que se refleja en su nivel de conocimiento.
- b. El material didáctico es una gran herramienta al servicio de la educación, e iniciar el camino para su implementación resultó un reto muy complejo y provechoso.
- c. Los materiales didácticos son necesarios para ayudar al docente y mejorar el aprendizaje. Además, los estudiantes con respecto a estos, los consideran influyentes y positivos para el aprendizaje.
- d. Considerando el constructivismo como nueva corriente pedagógica de la educación y los aspectos de un ambiente ideal de aprendizaje, los materiales didácticos conjuntamente con su uso son los indicados para permitir a los estudiantes el desarrollo de sus conocimientos, pero hay que recalcar que considerar que este trabajo es puramente constructivista sería un error, ya que esto conlleva a adecuar el proceso educativo a conceptos contundentes. Por lo tanto, este trabajo considera al constructivismo como principal teoría para su desarrollo, pero no en su totalidad.
- e. Para un proyecto de construcción de material didáctico es también necesario el diseño de una guía que contenga sus características y recomendaciones para su uso.
- f. Las recomendaciones para el uso de material didáctico se ven reflejadas en la elaboración de planes de clase con los elementos necesarios para ayudar al docente en su labor; es así, que se han incluido los tres momentos didácticos de una clase; sin embargo, el docente puede modificar, cambiar o agregar distintas actividades aportando nuevas formas para utilizar estos materiales.

RECOMENDACIONES

Luego de haber desarrollado el presente trabajo de titulación, se ha logrado determinar las siguientes recomendaciones:

- a. Que, posterior a este trabajo, se continúe hasta completar con la idea macro de que para el estudio de estas dos unidades de la física se posea e implemente los materiales didácticos para todos los temas faltantes, con el fin de lograr así la excelencia deseada por la comunidad educativa de la carrera de Matemáticas y Física.
- b. Que los materiales didácticos y la presente guía didáctica sean implementados por los futuros docentes y estén al alcance de los estudiantes para el refuerzo autónomo de sus conocimientos.
- c. Que el docente al analizar la guía, la implemente sin considerarla como única forma de uso, más bien es necesario que con sus aportes la complemente.

BIBLIOGRAFÍA

- Avecillas, A. (2007). *Oscilacones y Ondas*. Cuenca.
- Badia, A., Barberá, E., Coll, C., & Rochera, M. (2005). La utilización de un material didáctico autosuficiente en un proceso de aprendizaje autodirigido. *RED. Revista de Educación a Distancia*, (pp. 1-18).
- Barreto, C., Gutiérrez, L., Pinilla, B., & Parra, C. (2006). Límites del constructivismo pedagógico. *Educación y Educadores*, N.º 9 (pp. 11-31).
- Biguri, I. (2013). *Triángulo, conociendo dos lados y ángulo comprendido*. Recuperado de <https://ibiguri.wordpress.com/2013/10/13/triangulo-con-dos-lados-y-angulo/>
- Bustos, F. (2002). Peligros del constructivismo . *Educere*, N.º 6 (pp. 204-210).
- Cañas, N. (6 de Junio de 2012). Importancia del uso del material didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje infantil. Recuperado de <https://prezi.com/0hoiukug8ada/importancia-del-uso-del-material-didactico-en-el-proceso-de-ensenanza-aprendizaje-infantil/>
- Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO Santiago). (2015). *Las carreras docentes en América Latina. La acción meritocrática para el desarrollo profesional*. Santiago de Chile: UNESCO.
- Delval, J. (2001). Hoy todos son constructivistas. *Educere*, N.º 5 (pp. 353-359).
- Enríquez, L. (2008). Ambientes de Aprendizaje en la Educación del Futuro. *e-learning en América Latina*, (pp. 267-279).
- Flórez, R., Castro, J., Galvis, D., Acuña, L., & Zea, L. (2017). *Ambientes de aprendizaje y sus mediaciones en el contexto educativo de Bogotá*. Bogotá: IDEP.
- García, Á. (s.f.). *Interferencia de ondas producidas por varias fuentes*. Recuperado de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/Interferencia1/interferencia1.html>
- García, A. (2009). La investigación-acción en la enseñanza de la Física: un escenario idóneo para la formación y desarrollo profesional del profesorado. *Latin-American Journal of Physics Education*, N.º 3 (pp. 388-394).

- Giacomelli, F. (2013). *Vectores*. Recuperado de http://www.frtl.utn.edu.ar/Ingreso/Fisica/Material_2013/UTN%20FRTL%20Ingreso%20F%C3%ADsica%20UNIDAD%20N%C2%BA%20%20-%20vectores.pdf
- González, I. (2015). El recurso didáctico. Usos y recursos para el aprendizaje dentro del aula. Recuperado de http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_articulo=11816&id_libro=571
- Guerrero, A. (2009). Los materiales didácticos en el aula . *Temas para la educación*, N.º 5 (pp. 1-7).
- Hernández, G. (2008). Los constructivismos y sus implicaciones para la educación. *Perfiles Educativos*, N.º 30 (pp. 38-77).
- Iglesias, M. (2008). Observación y evaluación del ambiente de aprendizaje en Educación Infantil: dimensiones y variables a considerar. *IBERO-AMERICANA de Educación*, N.º 47 (pp. 49-70).
- Manrique, A., & Gallego, A. (2013). El material didáctico para la construcción de aprendizajes significativos. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, N.º 4 (pp. 101-108).
- Melgar, A. (3 de Octubre de 2016). Material Didáctico. Recuperado de <http://materialdidacticocemm.blogspot.com/2016/10/marco-teorico.html>
- Morales, P. (2012). *Elaboración de material didáctico*. Tlalnepantla: RED TERCER MILENIO S.C.
- Montes Machuca, M. (25 de Abril de 2014). *EL TIMBRE DE LOS INSTRUMENTOS: ADIVINA QUÉ OYES....* Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=pQoTz8TSqos>
- Prendes, M. P., Martínez, F., & Gutiérrez, I. (2008). Producción de material didáctico: los objetos de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, N.º 11 (pp. 81-105).

- raultecnologia. (2 de Febrero de 2012). *Esfuerzos en las estructuras*. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=_piI8eXhpZ4
- Rossi, E. (16 de Agosto de 2011). Propuestas educativas. Recuperado de <http://peducativas.blogspot.com/2011/08/que-es-la-educacion-para-rousseau-y.html>
- Salazar, J. (2007). *Resistencia de materiales básica para estudiantes de ingeniería*. Manizales.
- Sanz, Á. G. (2011). La función social de la educación. Recuperado de <http://www.cejepi.com/la-funcion-social-de-la-educacion/>
- Serrano, J., & Pons, R. (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, N.º13 (pp. 1-27).
- Tünnermann, C. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*, N.º 48 (pp. 21-32).

ANEXO 1: ENCUESTA



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
CARRERA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN EN LA ESPECIALIZACIÓN DE
MATEMÁTICAS Y FÍSICA



INSTRUMENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS
ENCUESTA DIRIGIDA A ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE MATEMÁTICAS
Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA

OBJETIVO: A continuación, usted encontrará una serie de preguntas destinadas a conocer su opinión sobre diversos aspectos relacionados a la asignatura de **OSCILACIONES Y ONDAS**. Mediante esto, queremos conocer lo que usted piensa como estudiante que ya ha cursado esta materia.

INDICACIONES: Por favor lea las instrucciones de cada pregunta y conteste la alternativa acorde a lo que usted piensa. Sus respuestas son confidenciales y serán reunidas junto a las respuestas de muchas personas que están contestando este cuestionario. Muchas gracias.

1. ¿Cuál diría que es el nivel de conocimiento de usted frente a los siguientes temas?
Evalúe su nivel de conocimiento y marque con una X.

A. OSCILACIONES

| Tema | Nivel de conocimiento | | | | |
|------------------------------------|-----------------------|------|---------|-------|-----------|
| | Muy Poco | Poco | Regular | Bueno | Muy Bueno |
| ELASTICIDAD | | | | | |
| OSCILACIONES LIBRES SIN ROZAMIENTO | | | | | |
| OSCILACIONES REALES | | | | | |

B. ONDAS

| Tema | Nivel de conocimiento | | | | |
|-----------------|-----------------------|------|---------|-------|-----------|
| | Muy Poco | Poco | Regular | Bueno | Muy Bueno |
| ONDAS MECÁNICAS | | | | | |
| ACÚSTICA | | | | | |

2. Según su perspectiva, ¿cuál es el nivel de complejidad en el estudio de las **OSCILACIONES Y ONDAS** en la parte conceptual y práctico-procedimental?
Evalúe el nivel de complejidad y marque con una X.

| Tema | Nivel de complejidad | | | | |
|------------------------------------|----------------------|------|---------|----------|------------|
| | Muy Poco | Poco | Regular | Bastante | Totalmente |
| ELASTICIDAD | | | | | |
| OSCILACIONES LIBRES SIN ROZAMIENTO | | | | | |
| OSCILACIONES REALES | | | | | |
| ONDAS MECÁNICAS | | | | | |
| ACÚSTICA | | | | | |

3. ¿Cree Ud. que las explicaciones en clases de la asignatura de OSCILACIONES Y ONDAS resultaron o resultan entendibles frente a los siguientes ámbitos? Evalúe y marque con una X.

| Ámbito | Muy Poco | Poco | Regular | Bastante | Totalmente |
|------------------------|----------|------|---------|----------|------------|
| CONCEPTUAL | | | | | |
| PRÁCTICO-PROCEDIMENTAL | | | | | |

4. Evalúe el nivel de la influencia positiva de los siguientes métodos en el estudio de la asignatura de OSCILACIONES Y ONDAS. Marque con una X.

| Métodos | Nivel influencia | | | | |
|---|------------------|------|---------|----------|------------|
| | Muy Poco | Poco | Regular | Bastante | Totalmente |
| LECTURA DE UN TEXTO GUÍA, TEXTOS COMPLEMENTARIOS, PÁGINAS WEB | | | | | |
| EXPLICACIÓN DEL DOCENTE | | | | | |
| MANIPULACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO | | | | | |
| ANÁLISIS DE GRÁFICAS | | | | | |
| RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS | | | | | |

5. De los siguientes ítems del 1 al 5. ¿Qué opinión tiene respecto a la utilización de material didáctico en la Universidad? Marque con una X.

| Negativa | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Positiva |
|----------|---|---|---|---|---|----------|
| | | | | | | |

6. ¿En las clases de OSCILACIONES Y ONDAS se utilizó material didáctico?

Si ☐
No ☐

Si su respuesta es Si pase al literal a) y b), caso contrario continúe con la pregunta 7.

- a) Evalúe la frecuencia con la que se utilizaba el material didáctico existente en las clases de la asignatura de OSCILACIONES Y ONDAS y marque con una X.

| Nada frecuente (Ninguna de las clases) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Totalmente frecuente (todas las clases) |
|---|---|---|---|---|---|--|
| | | | | | | |

- b) ¿El material didáctico existente y utilizado en la asignatura de OSCILACIONES Y ONDAS es?: Evalúe la situación y marque con una X.

| | |
|-------------------------|--|
| INSUFICIENTE | |
| POCO SUFICIENTE | |
| MEDIANAMENTE SUFICIENTE | |
| SUFICIENTE | |

7. ¿Cuánto cree Ud. que influye el uso de material didáctico en los siguientes aspectos positivos en el estudio de la asignatura de OSCILACIONES Y ONDAS?

| Aspectos | Nivel influencia | | | | |
|--------------------------------|------------------|------|---------|----------|------------|
| | Muy Poco | Poco | Regular | Bastante | Totalmente |
| MAYOR COMPRENSIÓN DE LOS TEMAS | | | | | |
| INTERÉS HACIA LA MATERIA | | | | | |
| PARTICIPACIÓN EN CLASE | | | | | |
| MOTIVACIÓN | | | | | |
| TRABAJO EN COLABORACIÓN | | | | | |

8. A continuación, encontrará una lista de preguntas respecto a la asignatura de OSCILACIONES Y ONDAS. Marque con una X la alternativa que se acerca más a lo que usted piensa.

| Preguntas | Siempre | La mayoría de veces sí | Algunas veces sí algunas veces no | La mayoría de veces no | Nunca |
|---|---------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------|
| ¿En clase el docente analizaba y explicaba gráficas de los libros? | | | | | |
| ¿Los materiales didácticos mejoraban el aprendizaje de los temas de la asignatura? | | | | | |
| ¿Se entiende la forma, partes y dimensiones reales de las gráficas de los libros? | | | | | |
| ¿Se entiende las relaciones entre las gráficas y el desarrollo teórico de los libros? | | | | | |

9. A continuación, encontrará una lista de frases que muestran diferentes opiniones. Por favor señale su grado de acuerdo con cada una de ellas, marque con una X la alternativa que se acerca más a lo que usted piensa. Tipo aparato o maqueta = (TM)

| Opinión | Grado de Acuerdo | | | | |
|--|------------------|------------|--------------------------------|---------------|-------------------|
| | Muy de acuerdo | De acuerdo | Ni de acuerdo ni en desacuerdo | En desacuerdo | Muy en desacuerdo |
| Los materiales didácticos (TM) son útiles en el proceso educativo. | | | | | |
| La ayuda del docente es necesaria en el uso del material didáctico (TM). | | | | | |
| El material didáctico (TM) puede ser utilizado por estudiantes sin ninguna indicación. | | | | | |
| Para usar materiales didácticos (TM) se necesita una guía. | | | | | |